





Vergleichende

Entwickelungsgeschichte des Kopfes

der

nackten Amphibien

nebst

den Bildungsgesetzen des Wirbelthier-Kopfes

im Allgemeinen

und

seinen hauptsächlichsten Variationen

durch die einzelnen Wirbelthier-Klassen.

Von

Dr. C. B. Reichert.

Mit zwei Kupfertafeln und einer Steindrucktafel.

Königsberg.
Bei den Gebrüdern Bornträger.

1838.

Sr. Excellenz

dem Herrn

Freiherrn Dr. A. v. Humboldt,

Königl. Preuss. Wirklicher Geheimer Rath und Kammerherr, Ritter des Königl. Preuss. Grossen Rothen Adler-Ordens mit Eichenlaub und mehrer anderer hohen Orden etc. etc.

ehrfurchtsvoll

der Verfasser.

Einleitendes Vorwort.

Die Grundgesetze, nach welchen die beiden Hauptsysteme des thierischen Organismus, das animale und vegetative, konformirt sind, bestimmen im Allgemeinen den Typus eines jeden Thieres. Dennoch ist die Anordnungsweise der einzelnen Theile des animalen Systemes, als des edleren, vorzugsweise und wohl auch mit Recht berücksichtigt worden, zumal durch sein Verhalten die äussere Form des Thieres bedingt ist. Aus letzterem Grunde ist die allgemeine Anerkenntniss der verschiedenen Typen unter den Thieren auch leichter eingänglich und mit weniger Schwierigkeiten verbunden gewesen, obschon eine genauere Kenntniss des inneren Baues oft nicht vorhanden war. Um so mehr Hindernisse fand man bei der Beurtheilung der wesentlichsten Grundgesetze eines jeden Typus.

Zwei Methoden sind bei diesen Untersuchungen befolgt worden:

Die ältere ist gewissermaassen die vergleichend-analytische zu nennen, indem sie durch die Vergleichung des Baues der ausgebildeten thierischen Organismen und durch deren Zerlegung auf die wesentliche Urform eines allgemeingültigen Typus zurückzukommen bemüht war; sie gehört der vergleichenden Anatomie an. Ihren Forschungen sind besonders die genaueren, zootomischen Schriften über die niedrigsten und einfachsten Thiere eines allgemein anerkannten Typus sehr förderlich gewesen. Indessen ist auch das einfachste Thier ein individuell ausgebildetes, und der Typus soll eben allgemein sein. Aus diesem Grunde ist die Bestimmung der typischen Gesetze durch die vergleichende Anatomie schwierig und unsicher.

Eine zweite, jüngere Methode ist die, welche ich die vergleichend-synthetische nennen möchte. Sie beabsichtigt während der Entstehung des Thieres das ursprünglich Gegebene, als dem Typus Nothwendige, festzuhalten, und das durch die fernere Entwickelung Hinzukommende und sich Verändernde zu ordnen und zu deuten. Die Embryologen belauschen den allmähligen Aufbau des Organismus von seinem Fundamente aus, und scheiden dann das Fundament, die Urform, den Typus von dem, was durch die Individualität hervorgerufen wird; sie errichten erst, gewissermaassen mit der Natur, das Gebäude des Organismus, und zeigen die dabei sich kundgebenden Gesetze. Sind derartige Untersuchungen unstreitig die schwierigsten in der anatomischen Wissenschaft, so geben sie auf der anderen Seite auch wiederum die einzige sichere Entscheidung über die Grundgesetze eines

Typus. — Als Lohn so vieler Mühe harret meist auch eine erfreuliche, sichere Ausbeute. —

Die Deutschen Naturforscher, und zuerst, soweit mir bekannt, Herr Medicinal-Rath Dr. H. Rathke hat diese letztere Methode befolgt, und hauptsächlich durch seine anatomisch-philosophischen Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein die neue Bahn gebrochen.

Diese Methode ist es auch, welche vorliegender Schrift das Gehalt giebt. Nach den Untersuchungen über die Entwickelung des Kopfes der nackten Amphibien im Vergleich mit der bei den höheren Wirbelthieren, sind im zweiten Theile die Bildungsgesetze des Wirbelthier-Kopfes im Allgemeinen erörtert. Die Naturforscher werden, wie ich es selbst war, gespannt sein, die Lösung des Räthsels kennen zu lernen, welches ich durch meine Abhandlung: „Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere etc., Müllers Archiv 1837“ mir selbst aufgegeben habe. Alles an unserem so schwierigen, aber auch interessanten Gegenstande zu erschöpfen, ist nicht das Werk eines Einzigen; dennoch hoffe ich einen allgemeinen Ueberblick in die Bildung des Wirbelthier-Kopfes eröffnet, und die typischen Gesetze auf festeren Boden basirt zu haben. — .

Der geneigte Leser wird es mir nicht verargen, wenn er in vorliegender Schrift nur eine geringe Berücksichtigung der Literatur vorfindet. Theils war mir das Herbeischaffen der wichtigeren Schriften unmöglich, und vor Allem glaubte ich in der eigenthümlichen, bisher noch

nicht beobachteten Untersuchungsweise unseres Gegenstandes eine genügende Entschuldigung sehen zu dürfen. Bei so vielen Varianten der vergleichenden Anatomie in der typischen Deutung des Wirbelthier-Kopfes, so wie bei dem Mangel an haltbaren Gesetzen, würde mir die Auswahl auch sehr schwer geworden sein. — In der Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien bin ich besonders auf die gekrönte Preisschrift des Herrn Ant. Dugès näher eingegangen. Doch wird man sich überzeugen, dass gerade das Wesentlichste in diesem Werke gänzlich vernachlässigt ist, und dass so die Beobachtungen für unseren Gegenstand meist als unbrauchbar angesehen werden können.

Für die vielen, gütigen Unterstützungen, welche Herr Medizinal-Rath Dr. H. Rathke bei meinen Untersuchungen mir zukommen liess, erlaube ich mir hier öffentlich meinen herzlichsten Dank abzustatten.

Inhalt.

Erster Theil.

Vergleichende Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien . . . . S. 1—150.

I. Abschnitt.

Kapitel I.

Kapitel II.

Kapitel III.

II. Abschnitt.

Kapitel IV.

Kapitel V.

Kapitel VI.

III. Abschnitt.

Summarische Uebersicht der Resultate aus der Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien . . . . S. 129—150.

Kapitel VII.

Kapitel VIII.

Zweiter Theil.

Die Bildungsgesetze des Wirbelthier-Kopfes im Allgemeinen und die hauptsächlichsten Variationen durch die einzelnen Wirbelthierklassen . . . . S. 151—256.

I. Abschnitt.

Einiges über den Wirbeltypus des Kopfes im Allgemeinen S. 152—162

Kapitel I.

Kapitel II.

II. Abschnitt.

Die Kopfbildung der höheren Wirbelthiere . . . . . . S. 162—177.

Kapitel III.

Erster Theil.

Vergleichende Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien.

I. Abschnitt.

Die ungeschwänzten Batrachier.

Die froschartigen Thiere, obschon im Allgemeinen in ihrer Entwickelung mit den übrigen nackten Amphibien und den Fischen übereinstimmend, unterscheiden sich auffallend von denselben in der Art, wie die Rücken- und Visceralplatte des serösen Blattes bei ihrer Entstehung und ihrem ersten Wachsthume zur Dotterkugel sich verhalten. Ich erinnere mich nicht irgendwo davon gelesen oder gehört zu haben, wiewohl ich keineswegs glaube, dass dieses Phänomen den Naturforschern überhaupt entgangen sei. Die demselben vorangehenden Bildungsvorgänge der Keimhaut gehören nicht unmittelbar in den Bereich unserer Untersuchungen, die vorzüglich nur die Verfolgung der Metamorphosen des serösen Blattes zu dem animalischen System am Kopfende beabsichtigten; auch waren sie mir wegen des schwarzen Ueberzugs der Froscheichen nicht so klar zur Anschauung, dass ich etwas Bestimmtes darüber angeben könnte. Sobald aber wahrscheinlicherweise das seröse Blatt der Keimhaut unten die Dotterkugel mit den Gebilden des Schleimblattes, oben die uranfänglichen Centralorgane des Nervensystems umschlossen hält,

und die früher rundliche Form des Eichens bei den Tritonen und nach v. Bär auch bei den Fischen in eine mehr elliptische übergeht: also überhaupt zu der Zeit, wann die Rücken- und Visceralplatte sich zu entwickeln beginnen: alsdann bemerkt man bei den Froscheichen eine Gestaltveränderung, welche sehr auffallend von der der übrigen niederen Wirbelthiere abweicht. An den abgerundeten, länglichen Erhöhungen auf der Keimhaut, welche den, in der Entstehung begriffenen, Rückenplatten entsprechen, sieht man nämlich die runde Form des Eichens auf dem einen Ende spitz, auf dem entgegengesetzten abgestumpft aufwärts sich verlängern*), so dass das Ganze einem Halbmonde mit einer abgestumpften Spitze einigermassen ähnlich ist. (Siehe Fig. I. Tab. I.). In das spitze Ende verlaufen die Rücken- und Visceralplatte ganz allmählig verschwindend und stellen das Schwanzende dar. Der entgegengesetzte stumpfe Theil ist der Ort, wo unsere Beobachtungen insbesondere verweilen werden: es ist das Kopfende. Wir werden späterhin bei den Tritonen auf diesen abweichenden Entwickelungsakt der Froscheichen zurückkommen und stellen hier nur die reine Thatsache hin.

Kapitel I.

Entwickelungs-Metamorphosen bis zur Knorpelbildung. — Die rein typische Konformation des Kopfes.

Entstehung der Visceralbogen- und Schädelhöle.

§. 1. Die oben erwähnten Entwickelungsvorgänge des Froscheichens sind in der äusseren Begrenzung desselben wegen der schwarzen Färbung sehr leicht wahrnehmbar. Wo es aber darauf ankommt, die Veränderungen des serösen Blattes in der Ebene an den Schattirungen und kleineren Erhabenheiten genauer kennen zu lernen, ist diese schwarze Umhüllungshaut ein unangenehmes Hinderniss, so dass manche wichtige Entwickelungsmomente des Blastema eben dadurch den Naturforschern entgangen sind, weil sie das Abschälen derselben verabsäumt hatten. In dem jetzigen Zustande hängt sie übrigens sehr fest mit der Keimhaut zusammen und alle Versuche der Entkleidung scheitern. Daher denn auch der uranfängliche Visceral-

*) Das Eichen auf der Bauchseite liegend gedacht.

streifen des Kopfes, gleichsam der Boden, von welchem die Visceralbogen hervorwachsen, wegen der geringen Unterscheidungsmerkmale von der übrigen Keimhaut nicht zu erkennen ist. Seine Anwesenheit wird durch die erste Spur des hervorwachsenden ersten Visceralfortsatzes festgestellt.

An dem abgestumpften Ende des nur von seinen Hüllen befreiten, sonst ganz unberührt daliegenden Eichens sieht man zuförderst die unterhalb der Abstumpfungslinie gelegene Partie deutlich angeschwollen. Diese Anschwellung hat ihren Grund darin, dass das Herz mit seinen in der Entwickelung begriffenen Aortenbogen, wie bei den höheren Wirbelthieren, auch hier anfangs gerade unter dem Schädel seine Lage hat, wo es ganz umhüllt von dem jetzt gleichsam ephemer das untere oder Visceral-Rohr bildenden serösen Blatte daliegt. Bei allen unseren Untersuchungen frühzeitiger Embryonen haben wir nämlich stets gefunden, dass, bevor die Rücken- und Visceral-Platten zu den respektiven Röhren des Wirbelsystems hervorwachsen, diese letzteren schon gewissermaassen präformirt waren durch das seröse Blatt, welches somit gleichsam der Wegweiser für die Entwickelung der genannten Platten wurde. Zeigen sich daher dieselben, so erscheint das seröse Blatt zwischen den respektiven Platten jederseits wie eine verbindende Haut. Aus den gütigst mir mitgetheilten Untersuchungen des Herrn Professor H. Rathke, geht hervor, dass diese gegenwärtig das Centralnerven- und Visceral-Rohr bildende Membran zwar die Mutter der Rücken- und Visceral-Platten sei, dass die letzteren aber, einmal entstanden, selbstständiger fortwachsen, und jene erstere theilweise einen Verkümmerungsprozess eingeht. Viele Entwickelungsvorgänge sind uns dadurch einsichtlicher geworden und der Hervorwuchs der Visceralbogen bei den höheren sowie bei den niederen Wirbelthieren spricht ganz dafür. H. Rathke nennt diese Membran nach der entsprechenden Lage die obere und untere Verbindungshaut (*membrana reuniens superior* und *inferior*). An der vorderen Begrenzung der unteren Verbindungshaut im Allgemeinen und der genannten Anschwellung insbesondere befinden sich nun zwei neben einander liegende längliche Vertiefungen, welche in der senkrechten Axe des Embryo verlaufen und durch eine Spalte von einander getrennt sind (Tab. I. Fig. 4). Von beiden Seiten umgeben sie Falten der schwarzen Umhüllungshaut und es ist wahrscheinlich, dass die

Vertiefungen eben durch diese faltige Erhebung zu Wege gebracht worden, da späterhin, wann die Ablösung der schwarzen Membran möglich wird, das darüberliegende seröse Blatt keine Theilnahme an diesem Vorgange bemerklich macht. Die länglichen Furchen bilden sich etwas später, indem sie auch oben und unten von Falten begrenzt werden, zu einem napfförmigen Organ aus, vermöge welches die ganz jungen, kaum einer Bewegung fähigen Froschembryonen sich an den Pflanzentheilen festzuhalten im Stande sind. Oberhalb der genannten länglichen Vertiefungen, in einem nur sehr geringen Abstande, liegt jederseits eine Erhabenheit von rundlicher Form, welche, wie die Entwickelungsgeschichte weiter lehrt, das Rudiment des Auges darstellt. Jener kleine zwischen der Anlage des Auges und dem Saugnapfe befindliche Theil ist die vorderste Abtheilung des Visceralstreifens am Kopfe, welcher zum ersten Visceralfortsatze sich hervorbildet. Man stellt dieselbe am besten dadurch dar, dass man in die, beide Saugnäpfe trennende, Spalte mit der Scheere eingeht und so die eine Kopfhälfte mit dem entsprechenden Saugnäpfchen von der anderen scheidet. (Fig. 2. Tab. I.). Alsdann bemerkt man oben zuerst eine Erhabenheit, welche dem Urrudimente des Auges entspricht; darunter liegt die Visceralplatte des Kopfes mit dem in der Entwickelung begriffenen ersten Visceralfortsatze, durch eine weissliche etwas konsistentere Bildungsmasse ausgezeichnet, indem hier, wo die schwarze Umhüllungshaut nach innen sich umbiegt, die Abtrennung derselben schon möglich wurde; das unterste Ende bildet die innere Seite des schon erwähnten Saugnäpfchens. Zwischen den Urrudimenten der ersten Visceralfortsätze und den darunter liegenden Saugnäpfchen befindet sich die öfters genannte Spalte als erste Spur des vorderen Einganges zur Visceralhöle. Ueber dieser ganzen Partie haben wir die aus den Rückenplatten mit der respektiven Vereinigungshaut entstandene Höle für den in der Bildung begriffenen Centralnerventheil des Kopfes: die noch häutige Schädelhöle.

Wir machen bei diesem kaum zwei Linien langen Embryo einer *Rana fusca* darauf aufmerksam, wie die ursprüngliche Lage des frühsten Augenrudiments zu dem schon beinahe fertig gebildeten Saugnäpfchen, und beide zusammen zur vorderen Abtheilung des ganzen Embryo sich verhalten. Sie machen nämlich gegenwärtig bei der seitlichen Anschauung dessen eigentliche

vordere Begrenzung aus, zumal der so wenig ausgebildete erste Visceralfortsatz gar nicht in die Betrachtung zu ziehen ist. Das einfache seröse Blatt der Stirn dagegen liegt nur wie ein dünner Ueberzug vor dem Auge. Denn der vordere wie der hintere Schluss der Rückenplatten wird bei den niedern Amphibien und Fischen nicht durch eine gegen ihre Spitze sich erhebende Falte bewerkstelligt sondern die Rückenplatten verwachsen bei ihnen an beiden Enden gerade zu, ohne eine gewisse kappenförmige Wölbung zu bilden*). Während nun an der kappenartig gewölbten Stirnwand der höhern Wirbelthiere die Augenrudimente als kleine rundliche Erhabenheiten nur einen geringen Theil derselben in Anspruch nehmen, so scheinen sie bei den niederen Wirbelthieren, den nackten Amphibien und Fischen, in der frühsten Zeit beinahe die ganze Stirnwand zu bilden. Bei der Präparation der vorhin genannten grösseren Wölbung unter den Rückenplatten des Kopfes und hinter den Saugnäpfen, welche durch das Herz mit seinen Aortenbogen hervorgetrieben wurde, war ich um diese Zeit nur im Stande den Herzschlauch und einzelne Gefäss-Stückchen freizulegen. Indessen zeigt der Verfolg der Entwickelung, dass unsere Deutung die richtige sei.

§. 2. Dieses waren die einzelnen, auffallenden Entwickelungsmomente in diesem Zeitraume; von der Visceralplatte des Rumpfes konnte ich Nichts unterscheiden. Bei der weiteren Ausbildung des Embryo richten wir unsere Beobachtung besonders auf zwei Entwickelungs-Vorgänge: auf die Vergrösserung desjenigen Raumes, welcher sich zwischen dem Augen-Rudimente und dem Saugnäpfchen vorfand, und als frühste Spur des ersten Visceralfortsatzes anerkannt wurde, und dann auf die Entwickelungen der Stirnwand vor der Erhabenheit, welche die Anlage des Auges andeutete.

Nach einem Verlauf von nur wenigen Stunden, wenn der Embryo die Grösse von ungefähr zwei und einer halben Linie erreicht hat, und die ersten

---

*) In meiner Abhandlung „Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere im Allgemeinen etc. Müllers Archiv. 1837" habe ich den vorderen kappenförmigen Schluss der Rückenplatten, woraus sich später die Stirnbeine bilden, Stirnkappe genannt. Da dieses jedoch zu Verwechselungen Anlass geben könnte, so kehre ich lieber zu der einfachen und doch genug deutlichen Benennung unserer grossen Embryologen „Stirnwand" zurück.

Spuren einer Wirbelabzeichnung in den Rückenplatten bemerklich werden, findet man die Bildungsmasse vor einem jeden Augen-Rudimente hügelartig hervorgetreten, und unter ihm die frühste Spur des ersten Visceralfortsatzes verdickt, in gerader Richtung verlängert, und deutlich als den Theil sich offenbarend, wofür wir sie oben erklärt. (Tab. I. Fig. 5. b.). Die Saugnäpfchen, welche früher, wie wir besonders darauf aufmerksam gemacht haben, die vordere Begrenzung grösstentheils zu Wege brachten, erscheinen jetzt allmählig immer weiter nach unten und hinten gedrängt, und in ihre Stelle tritt der herunterwachsende Visceralfortsatz. Diese Erscheinung ist es vorzüglich, welche uns die sonst so unmerklichen Bildungsvorgänge augenscheinlicher macht. Die Form der genannton Fortsätze des Visceralstreifens am Kopfe stimmt im Wesentlichen mit der bei den höhern Wirbelthieren überein. Sie stellen sich als gerade, abgerundete und kolbenartig hervorwachsende Bildungen des Visceralstreifens dar, welche mit ihren unteren Enden an einander liegen, und noch nicht verwachsen sind. Diese letzteren gehen mit ihrer rundlichen Oberfläche scheinbar in die Saugnäpfchen über, welche jetzt schon ein von allen Seiten mit einem häutigen Walle umgebenes Grübchen darstellen; doch liegen dieselben jenen nur an, und stehen mit ihnen in keiner Kontinuität. Zwischen beiden Visceralkolben ist nun der vordere Eingang zu der Visceralröhre des serösen Blattes ganz deutlich als eine einfache Spalte erkennbar, welche eben durch die erwähnten Theile gebildet wird, und in ihrer Richtung wie diese die Axe des Embryo senkrecht, nicht horizontal, durchschneiden.

Oberhalb der Visceralfortsätze vor den Augen-Rudimenten sahen wir das seröse Blatt der Stirnwand sich allmählig verdicken und zu zwei Hügelchen sich entwickeln. Dieselben bilden sich, nach und nach immer mehr vorwachsend, zu grösseren Fortsätzen aus, welche die gleichmässig etwas bogenförmig verlaufende vordere Begrenzung des Embryo unregelmässig macht. Es entsteht an der oberen Abtheilung derselben eine durch das allmählige Hervortreten der genannten Fortsätze ebenso immer stärker werdende Abstufung, und die Stirnwand hört auf an der vorderen Begrenzung des Embryo unmittelbar Antheil zu nehmen. Beide Umstände sind uns wichtige Entscheidungsmomente, um die in dem kleinen Raume bei so leicht

zerstörbaren Gegenständen sehr erschwerten Untersuchungen um Vieles zu erleichtern.

Die hügelartig sich erhebenden und zu Fortsätzen sich herausbildenden Theile der Stirnwand entsprechen vollkommen den vorderen Stirnfortsätzen der höheren Wirbelthiere. Die Unterschiede beruhen allein darauf, dass die Stirnwand der letzteren eine gewölbte kappenförmige Gestalt hat und durch die später zu erwähnende Gesichts-Kopfbeuge mit ihren Fortsätzen eine von dem häutigen Schädelgewölbe sich mehr isolirende und zum Gesichte gehörende Abtheilung des Kopfes ausmacht. Daher erscheinen die vorderen Stirn- oder Nasenfortsätze der Säugethiere, Vögel und höheren Amphibien gleichsam wie Appendices der Stirnwand, während sie bei den niederen Wirbelthieren vielmehr unmittelbare, doch leicht trennbare Verlängerungen der Rückenplatten darstellen. Auf das Streben der Natur, das Gesicht der niederen Wirbelthiere weniger isolirt von dem Schädel auszubilden, lässt sich, wie mir scheint, auch der Umstand zurückführen, dass die vorderen Stirnfortsätze nicht wie bei den höheren Wirbelthieren nach aussen sich wenden, um dem Oberkieferfortsatze entgegen zu wachsen, sondern in gerader Richtung sich fortentwickeln, ohne die Längenaxe des Embryo zu verlassen.

Auch im gegenwärtigen Entwickelungszustande glückte es uns nur stückweise die schwarze Umhüllungshaut zu entfernen. Um daher die reinere Ansicht der Bildungen des serösen Blattes zu haben, bedienten wir uns des schon genannten Kunstgriffes, und trennten die Kopfhälften mittelst der Scheere. (Tab. I. Fig. 6.). Dadurch konnte man jetzt, nun die Rückenplatte des Rumpfes sich schon deutlicher in Wirbel abzeichnete, auch am Kopfe vier ziemlich unterscheidbare Abtheilungen gewahr werden. Die vorderste entspricht den sogenannten vorderen Stirn- oder Nasenfortsätzen der Stirnwand, die drei hinteren aber deuteten unserer Ansicht nach augenscheinlich die Kopfwirbel-Partieen an, wiefern dieselben den drei Haupttheilen des Gehirnes sich accomodiren. Unten zur Seite der ersten Kopfwirbel-Abtheilung befindet sich eine rundlich gezeichnete Bildungsmasse, die Anlage des Auges, welche sich hier mit ihrer nach innen liegenden Seite präsentirt. Sie überragt in ihrer Ausdehnung nach hinten noch nicht die hintere Grenze

des ersten Wirbels. Unter dem Auge und dem vorderen Stirnfortsatze liegt an der Wurzel des ersten Viscerslkolbens die schwarze, sich hier nach innen biegende Umhüllungshaut fester und derber an, als an den übrigen Partieen, während früher gerade das Gegentheil stattfand. Wir machen hier schon auf diese anscheinend kleinlichen Momente aufmerksam, weil dieses diejenige Stelle ist, worüber späterhin der Nasenkanal formirt wird. Den schlangenförmigen Herzkanal können wir um diese Zeit deutlich mit zwei Aortenbogen erkennen; und die Anschwellung, welche derselbe mit seinen Gefässen an der Oberfläche zu Wege bringt, ist durch die Verdickung und Verlängerung des Visceralkolbens etwas nach hinten gerückt.

§. 3. Die vorhin beschriebenen Visceralfortsätze habe ich schon in meiner *Dissert. inaug. Berol.* 1836 obenhin beschrieben, da es damals nur auf die Existenz derselben ankam. Nirgends hatte ich eine Andeutung darüber gehört oder gelesen. Durch die Güte des Herrn Prof. H. Rathke erhielt ich, nachdem die Untersuchungen, welche ich in vorliegenden Blättern mittheile, grösstentheils beendigt waren, die Schrift des Prof. Dugès*), in welcher derselbe die Verwandlung des Skelets und der Muskeln der Batrachier und Salamander etc. als Antwort auf die Preisfrage der Pariser Akademie der Wissenschaften beschreibt. Da sich die Metamorphosen dieser Thierfamilien besonders auf den Kopf beziehen, so werden wir im Laufe unserer Untersuchungen öfters auf dieses Werk zurückkommen müssen. Wir stimmen in den meisten Fällen mit dem Verfasser der genannten Schrift nicht überein, was zum Theil in der verschiedenen Betrachtungsweise, andern Theils aber auch in dem Umstande begründet liegt, dass Ant. Dugès den frühen Entwickelungszuständen in der That nur flüchtig seine Aufmerksamkeit gewidmet hat. Der Verfasser hat die beschriebenen Visceralfortsätze mit den anliegenden Saugnäpfchen gleichfalls in seinen Zeichnungen (Fig. 60 Pl. XII.), wenn auch etwas unnatürlich, angedeutet, ohne sie jedoch benannt oder beschrieben zu haben. Die beiden aus der schwarzen Umhüllungshaut gebildeten Sauggrübchen beschreibt er als kreisrunde Erhabenheiten (*deux eminences terminées chacune par une surface sphéroïdale etc.*), wozwischen ein

*) *Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens à leurs différens ages.*

kleines Loch, der Mund, sich befinden solle. Ich kann mir diese Beschreibungen nicht anders erklären, als dass Ant. Dugès die Visceralfortsätze mit den Sauggrübchen zusammen aufgefasst hat. Die schwärzliche runde Erhabenheit über dem ersten Visceralfortsatze (Fig. 60. eod. loc.) hält er gegen Rösel für die Nasenöffnung, welcher letztere dieselbe für ein Augenrudiment erklärt hat. Die Anlage des Auges dagegen soll nach Dugès um diese Zeit noch gar nicht vorhanden sein. Indessen wäre diese Aufeinanderfolge der Entwickelungen ohne genügende Gründe ganz abweichend von der Regel, und überdiess kann man sich durch Herausnahme des besagten rundlichen Körpers (Fig. 4. Tab. I.) von dem *Bulbus oculi* mit seinem Nervenstiele ziemlich sicher überzeugen. Ausserdem verfolgt man jetzt bald den in der Bildung begriffenen Nasenkanal. Bei Vergleichung der Beobachtungen des Ant. Dugès und der meinigen wird man noch auf mehre Unterschiede treffen. Es ist mir jedoch bei dem besten Willen und besonders auf Grund dessen, dass der Verfasser ausdrücklich angiebt genauer als die anderen Naturforscher in den Untersuchungen über die frühen Entwickelungsvorgänge gewesen zu sein, dennoch öfters nicht möglich eine Vereinigung zu Wege zu bringen.

§. 4. In dem weiteren Verfolge der Entwickelung richten wir unsere Aufmerksamkeit besonders auf die Formirung der Gesichtsanlage, und auf die Bildung des zweiten Visceralfortsatzes. Ant. Dugès spricht über Ersteres nur ganz allgemein bei der Veränderung seiner früher senkrecht und jetzt allmählig horizontal verlaufenden Mundspalte; von dem Letzteren erwähnt er gar Nichts. Man nimmt die genannten Entwickelungsvorgänge an Embryonen wahr, welche ungefähr die Grösse von vier bis vier und einer halben Linie erreicht haben (Fig. 7. Tab. I.).

Die allgemeine Betrachtung eines solchen Embryo zeigt, dass die Rücken- und Visceralplatten des Rumpfes jetzt sich schon deutlich in einzelne Wirbel geschieden, welche an der Wellenlinie längst der Rückenkante des Embryo, wie auch an den von derselben nach unten zu verfolgenden Einfurchungen leicht erkennbar sind. Die letztern fangen unmittelbar hinter dem durch seine Abrundung leicht unterscheidbaren Kopf an, und verschwinden gegen das Schwanzende, immer schmäler werdend, in die noch ungetheilte Bildungsmasse der äussersten Spitze des Schwanzes. In ihrer

ungefähren Mitte machen sie eine Biegung, welche anfangs einen ganz stumpfen, je weiter nach hinten aber einen um so mehr spitzeren Winkel annimmt. Auch ist zu bemerken, dass der untere Schenkel nach vorn kleiner als der obere, nach hinten jedoch dem letzteren an Länge gleich kommt. Dasjenige was oberhalb der Biegung gelegen, gehört der Rückenmarkröhre, was unterhalb, der Visceralröhre des entsprechenden Blastoderma an. Sowohl oben als unten sind diese Röhren jetzt nicht unmittelbar durch ihre Platten, sondern durch die *Membr. reuniens superior et inferior* geschlossen. In der Gegend der ersten Wirbelabtheilungen der Visceralplatte ist dieselbe etwas verdickt, und macht uns dadurch auf ein neues Produkt aufmerksam: es ist die Anlage der oberen Extremität. Ant. Dugès scheint in der Fig. 61. Pl. XII. der erwähnten Schrift gleichfalls diese Anhäufung der Bildungsmasse bemerkt zu haben. Er hält sie für die Andeutung der entstehenden Kiemen, obschon seine folgenden Abbildungen mit den äusseren Kiemen ganz offenbar dieser Annahme nicht entsprechen. Ausserdem ist es jetzt nicht mehr schwierig die drei mehr nach vorn sich befindenden Aortenbogen, an welchen sich die Kiemen entwickeln, frei zu legen.

Wir können überhaupt in dem jetzigen Zustande der Entwickelung des Froschembryo weit sicherer zu Werke gehen, da die selbstständige Ausbildung des serösen Blattes bereits so weit gediehen ist, dass die schwarze Umhüllungshaut nun schon wirklich mehr oder weniger als blosse Hülle des Embryo sich offenbart. Daher kann man sie bei einem einige Tage in schwachen Spiritus aufbewahrten Embryo mit leichter Mühe entfernen. Darunter befindet sich nun schon die eigentliche Oberhaut lose der Rücken- und Visceralplatte aufliegend und leicht von denselben lostrennbar, so dass wir dann die reine weissliche, hie und da grau gefärbte Bildungsmasse vor uns haben.

§. 5. An einem so präparirten Embryo bemerken wir in Bezug auf die Kopfentwickelung Folgendes. Die Rückenplatte des Kopfes verläuft an dem oberen Rande, wie die des Rumpfes, wellenlinig. Zwei Einkerbungen sind besonders auffallend. Die am meisten nach vorn gelegene trennt die Schädelhöle von den vorderen Stirn- oder sogenannten Nasenfortsätzen. In derselben findet sich öfters eine hellweisslich sich abzeichnende, rundlich geformte Bildungsmasse vor (Fig. 7. Tab. I.), gleichsam ein Zwischenstück

darstellend. Dieses verschwindet bei den Embryonen der *Rana fusca, temporaria* und des *Bufo igneus* gänzlich in die umliegende Bildungsmasse, ohne dass wir uns über den eigentlichen Zweck dieser Bildung gegenwärtig hinlängliche Rechenschaft zu geben im Stande sind. Vielleicht ist es ein Gebilde, welches bei anderen Familien kräftiger und selbstständiger sich erhält. Am Knochenskelet des Kopfes werden wir dasselbe später auch hier wiederfinden. Die hinter der eben genannten gelegene Einkerbung, welche der Scheidungsgrenze der ersten und zweiten Abtheilung des Gehirnes entspricht, trennt den ersten und zweiten Schädelwirbel. Dieser letztere ist von dem dritten nur wenig sichtbar geschieden.

Unter der Rückenplatte hat nun auch die Visceralplatte des Kopfes ihre erste Metamorphose zu Visceralbogen beinahe vollständig vollendet. Die ersten Visceralfortsätze haben sich wiederum etwas vergrössert und zwischen ihren Endkolben befindet sich eine jetzt noch ungeformte Bildungsmasse, welche dieselben in Verbindung erhält. Dadurch ist der erste Bogen der Visceralplatte des Kopfes fertig gebildet: es ist ein nur einfacher unter die Augenrudimente angesetzter Halbkreis. Hinter ihm mit seiner Basis ungefähr da am Schädel anliegend, wo oberhalb in den Rückenplatten die erste Andeutung des Ohrlabyrinthes sich wahrnehmen lässt, verläuft nun auch schon der zweite Visceralfortsatz an Masse dem ersten etwas nachstehend. Er drängt sich bei seinem Wachsthume von dem Schädel zwischen die Wölbung, welche als äusserlicher Abdruck des Herzes mit seinen Aortenbogen angegeben, und die ersten Visceralfortsätze, parallel diesen letzteren, nach unten. Seine Endkolben haben sich noch nicht erreicht. Zwischen ihnen befindet sich der Rest der noch zurückgebliebenen *Membrana reuniens inferior*, welche von hier nach hinten, seitlich mit der gleichen die genannte Wölbung deckenden, und unten mit der des Rumpfes in Verbindung steht. Bei diesem letzteren Uebergange hat die untere Vereinigungshaut zwei Blätter, welche über und unter dem Herzen hinweg zur Bauchhöle verlaufen, seitlich und vorn sich vereinigen, hinten aber eine Kommunikation mit der Visceralhöle des Rumpfes gestatten. Auf diese Weise liegt das Herz in einer zum grössten Theile für sich dastehenden Höle des serösen Blattes. (Sie ist nicht mit dem Pericardium zusammen zu bringen.) Die

vollständige Vereinigung der zweiten Visceralfortsätze erfolgt nun sehr bald durch ein besonderes Zwischenstück, und somit ist die zweite Metamorphose des ursprünglichen Visceralstreifens am Kopfe vollendet. Sie ist in der allgemeinen Form dem ersten Visceralbogen ganz ähnlich. Beide werden durch eine Spalte, der ersten Visceralspalte, welche von ihren respektiven, abgerundeten Rändern gebildet wird, von einander geschieden. Der hintere Rand des zweiten Visceralfortsatzes verläuft mehr häutig und ist durch eine weitere Spalte von der, in der Entwickelung noch zurückstehenden, Visceralplatte des Rumpfes und der jetzt an ihrer Stelle fungirenden unteren Vereinigungshaut getrennt. In dieser Spalte, welche zur zweiten Visceralspalte wird, befindet sich jetzt die genannte Wölbung als äusserer Abdruck der Aortenbogen, und füllt dieselbe gleichsam aus. Noch bemerkt man keine Spur von äusserer Kiemenentwickelung. Doch zeigten sich gerade auf dieser Wölbung einzelne Risse und Spaltungen als Andeutungen der hier alsbald erfolgenden Produktionen. Die schwarze Umhüllungshaut war daher an dieser Stelle weit leichter als an den übrigen zu entfernen, und es traten dann zwei freie Aortenbogen hervor, während der dritte an der unteren Vereinigungshaut des Rumpfes anlag.

§. 6. Mit dem Auftreten des zweiten Visceralbogens ist die Visceralröhre des Kopfes bei diesen Thieren vollendet. Ich sah niemals einen Bildungsvorgang, der mich hätte berechtigen können die Anwesenheit eines dritten Visceralbogens, wie bei den höheren Wirbelthieren, den Säugethieren, Vögeln und höheren Amphibien *), anzunehmen. Die nun bald ganz frei dastehenden drei Aortenbogen, und eine grössere Anzahl habe ich nie vorfinden können, sind in ihrem Verlaufe und in ihrer Lage, durch ihre Entstehungsweise, durch den Zusammenhang mit dem Herzen, durch den jetzigen Mangel an Solidität der Bildungsmasse, und durch ihre Entwickelung von Kiemenläppchen so evident verschieden von den Visceralbogen, dass man nicht umhin kann über ihre Anlage an letzteren hinwegzusehen und sie für ganz eigenthümliche Gebilde zu halten. Ob aber nicht die Entwickelung der Kiemen mit ihren Bogen und der diese stützenden Skelettheile, ferner

*) An dem Embryo einer *Coluber natrix* habe ich ihn deutlich gesehen.

die Lage dieses ganzen Apparates gleich hinter dem zweiten Visceralbogen in Zusammenhange stehe mit dem Mangel einer dritten Metamorphose des ursprünglichen Visceralstreifens am Kopfe; und ob diese beiden Phänomene gesammt mit noch anderen zu erwähnenden Eigenthümlichkeiten die nackten Amphibien und Fische als in eine in dem allgemeinen Wirbeltypus sich scheidende zweite Abtheilung darstelle: darüber werden wir im Laufe dieser Untersuchungen bestimmter urtheilen, und dann diese frühsten Bildungsvorgänge als Andeutungen hiervon betrachten können.

Vergleichen wir den jetzigen Zustand des Froschembryo mit dem gleichzeitigen der höheren Wirbelthiere hinsichtlich der beschriebenen Kopfbildung, so finden wir, wie schon erwähnt, dass zuvörderst die Rückenplatten vorn eine nicht so gewölbte, kappenförmige Stirnwand haben, was wohl zum Theil auch auf die, von dem Gehirn abhängige, geringere Schädelwölbung dieser Thiere beruht. Wir sehen ferner, dass jene Beugung der Schädelhöle bei den höheren Wirbelthieren, wodurch die vordere Abtheilung derselben als eine mehr isolirte, für das Gesicht bestimmte, Schädelpartie geschieden wurde, bei den Embryonen der Frösche nicht erfolgt, und dass dieses ausser der geringeren Ausbildung der grossen Hemisphären des Gehirnes zugleich auch Ursache der geringer gewölbten Stirnwand wurde. Wir finden endlich, dass der erste Visceralbogen sich wesentlich von dem der höheren Wirbelthiere unterscheidet. Er verläuft nicht von seinem mit den höheren Wirbelthieren übereinstimmenden Ursprunge zuerst parallel der Längenaxe des Körpers nach hinten, um sich dann nach unten zu biegen, sondern wendet sich sogleich unterwärts, und bildet einen Bogen, welcher dem zweiten und dritten der höheren Wirbelthiere gleicht. Diese letztere Erscheinung hängt wiederum mit dem Mangel einer Gesichts-Kopfbeuge dieser Thiere zusammen. Sowie bei den Säugethieren, Vögeln und höheren Amphibien die Biegung des ersten Visceralbogens nach vorn erfolgt, weil der vordere Theil der Schädelwirbelsäule sich krümmt; so fehlt dieser Entwickelungsvorgang bei den Fröschen, weil die eigentliche Ursache mangelt. Somit lassen sich die meisten jetzt stattfindenden Unterschiede der Frosch-Embryonen von den höheren Wirbelthieren auf den Mangel der Gesichts-Kopfbeuge zurückführen, und in ihr ist uns, wie wir später

noch deutlicher sehen werden, eine von den frühsten Andeutungen der beiden grösseren Wirbelthier-Abtheilungen durch die Entwickelungsgeschichte gegeben.

Gesichts-Formation.

§. 7. Wir hoben vorhin besonders hervor, wie das Auge mit den darunter liegenden Saugnäpfchen bei der seitlichen Betrachtung die uranfängliche vordere Begrenzung des Embryo machte; wie dann ferner der Hervorwuchs des ersten Visceralfortsatzes das Sauggrübchen verdrängte und dessen Stelle übernahm; und endlich, wie die Bildung der vorderen Stirn- oder Nasenfortsätze die an sich ziemlich regelmässig verlaufende vordere Kontour durch eine Abstufung unregelmäsig machte.

Wenn wir jetzt den Embryo betrachten, (Fig. 7. Tab. I.) so sehen wir die entstandene Treppe beinahe wieder ganz ausgeglichen, und das Auge zurückgedrängt. Dieser Vorgang wird dadurch bewerkstelligt, dass von der Basis des ersten Visceralfortsatzes die Bildungsmasse über die erwähnte Stelle, wo die schwarze Umhüllungshaut fester anlag, hinweg gegen die Spitze der vorderen Stirnfortsätze sich erhebt, und mit ihm in Verbindung setzt. Sowohl durch den Hervorwuchs der genannten Stirnfortsätze als auch durch die eben erwähnte Entwickelung, welche beide vor dem Auge ihre Vereinigung haben, erscheint dieses letztere zurückgewichen, ohne dass es gegenwärtig in der That der Fall gewesen. Vor dem Auge ein wenig abwärts bemerken wir nun einen schwärzlichen Körper, welchen auch Ant. Dugès Pl. XII. hinlänglich deutlich gesehen hat. Er befindet sich gerade an der Stelle, wo wir früher an der inneren Seite der Basis des ersten Visceralfortsatzes die schwärzliche Umhüllungshaut derber und fester anliegend vorfanden. Nimmt man den schwarzen Körper heraus, so hat man ein Konvolut von häutiger Masse vor sich, welche mit dem äusseren schwarzen Ueberzuge in Verbindung steht, und nach innen eine hellere Färbung angenommen hat. Der zurückgebliebene Kanal, welcher vorn und seitlich durch die neu entstandene Bildungsmasse des ersten Visceralfortsatzes, hinten vom Auge mit der Stirnwand, oben durch den respectiven Stirnfortsatz, nach innen durch die Verlängerung der Schädelbasis gebildet wird, ist die Grundlage des Nasenkanals. Mit ihm ist uns auch die Bedeutung des oben beschriebenen

neuen Bildungstheiles gegeben: es ist die Bildungsmasse des künftigen Oberkiefers. Dieser Annahme entspricht auch vollkommen ihr Ursprung und ihre Verbindung mit den vorderen Stirnfortsätzen. Die Abweichungen von dem Oberkiefer-Fortsatze der Säugethiere, Vögel und höheren Amphibien sind nur durch die Modification des ersten Kopfwirbels dieser Thiere bedingt.

Die Entstehung des eben beschriebenen Oberkiefers können wir nicht allein an den Veränderungen der vorderen Begrenzung des Embryonalkörpers, sondern auch an der zwischen den beiden ersten Visceralfortsätzen sich befindenden Spalte, dem vorderen Eingange zur Visceralröhre, deutlich wahrnehmen. Dieselbe bildet anfangs, wie wir gesehen, eine ganz gerade von den zwei parallel verlaufenden, respectiven Seitenwänden der Visceralfortsätze eingeschlossene Oeffnung. Bei der Entwickelung der Bildungsmasse des Oberkiefers kann es nicht fehlen, dass die obere Hälfte derselben stumpfwinkelig begrenzt wird. Zu gleicher Zeit hat sich durch die Vergrösserung der ersten Visceralfortsätze und ihre Vereinigung durch dazwischentretende Bildungsmasse auch die unterste Abtheilung der vorderen Visceralröhren-Oeffnung winklig abgerundet. Auf diese Weise sehen wir die einfache Spalte in ein mit vier abgerundeten Ecken versehenes Quadrangulum übergehen, dessen Diagonalen in der Richtung der senkrechten und queren Axe des Embryo gelegen sind. Durch die spätere Vollendung der so begonnenen Mundhölenbildung wird das uranfängliche Fundament für den Gesichtsbau vervollständigt. Als Träger der beiden genannten ursprünglichen Gesichtsbildungstheile, der vorderen Stirnfortsätze und der Oberkiefer, wächst hier, wie bei den höheren Wirbelthieren, die Basis des Schädels vorwärts, und entwickelt so die Gesichtbasis.

Die Bildungsmassen der Nasenfortsätze, der Oberkiefer und der sie stützenden Gesichtsbasis, welche behufs der Nasenhölen-Formation von den Urplatten des Wirbelsystems hervorwachsen, sind die wesentlichen, dem Gesichte eigenthümlich zugehörenden Formbestandtheile. Sie werden bekanntlich späterhin zur vorderen Gesichtshälfte gerechnet, bilden jetzt die vordere oder obere Begrenzung der vorderen Visceralröhrenöffnung (Mund), während die hintere von der Bildungsmasse der unteren Hälfte des ersten Visceralbogens formirt wird.

§. 8. Bei dem Vergleich der eben beschriebenen Gesichtsanlage mit der gleichzeitigen der höheren Wirbelthiere vermissen wir einen accessorischen Bildungstheil des Gesichtes letzterer Thierklassen: den sogenannten seitlichen Stirn- oder Thränenbeinfortsatz. Am ausgebildetsten, und auch augenscheinlich individuell auftretend, fanden wir ihn bei den Säugethieren, obschon die beiden anderen ursprünglichen Bildungstheile des Gesichtes, der vordere Stirn- und Oberkieferfortsatz, an hervorstechender Entwickelung ihn um Vieles übertrafen. Etwas weniger deutlich war er bei den Vögeln. Bei den Embryonen, welche ich von den höheren Amphibien bis jetzt untersucht habe, sieht man diese seitliche Partie der Stirnwand an der inneren Seite des Auges kaum noch etwas sich erheben, dennoch ist dieselbe bei der grossen Wölbung des Schädels hinlänglich deutlich markirt. Bei den Fröschen, doch nicht, wie wir später sehen werden, bei den Tritonen, ist die besagte Stelle gar nicht sichtbar entwickelt, sondern es zeigt sich hier eine unbedeutende weissliche Substanz inmitten der Stirnwand und der Nasenfortsätze, welche bald darauf sich der Beobachtung entzieht. Die vorderen Stirnfortsätze nehmen daher zumeist die ganze Stirnwand ein, und zu ihnen erstreckt sich, unmittelbar dem vorderen Abschnitte des Auges vorbeiziehend, die Bildungsmasse des künftigen Oberkiefers. Auch dieser letztere unterscheidet sich wesentlich durch die Form von dem gleichbenannten der höheren Wirbelthiere. Bei diesen erhebt er sich mehr oder weniger frei als ein förmlicher Fortsatz, um dem vorderen Stirnfortsatze entgegenzuwachsen. Diese Art und Weise der Entwickelung behält er auch in allen Klassen der höheren Wirbelthier-Abtheilung bei, obschon graduell je nach ihrem niederen Stande abnehmend. Bei den niederen Wirbelthieren erscheint er beinahe nur als ein verbindender Bildungsstreifen zwischen der Basis des ersten Visceralfortsatzes und dem vorderen Stirnfortsatze.

Beide Abtheilungen der Wirbelthier-Klassen haben mithin in der Gesichtsentwickelung das Gemeinschaftliche, dass die Bildungstheile vom ersten Kopfwirbel mit seinem Visceralbogen ausgehen und von denselben ihren Bildungsstoff hernehmen. Ferner haben sie auch beide das Bestreben im Allgemeinen die einzelnen Gesichts-Bestandtheile vor den ersten Kopfwirbel zu lagern. Die genannten Unterschiede derselben

lassen sich, wie mir scheint, auf den Mangel der Gesichts-Kopfbeuge, auf die davon abhängige modifizirte Gestalt des ersten Visceralbogens und auf die geringe Wölbung der Stirnwand zurückführen. Daher kam die gerade Richtung und die geringe Abzeichnung der vorderen Stirnfortsätze von den Rückenplatten des Kopfes; daher auch der einfache Bildungsstreifen als Anlage des Oberkiefers an Stelle jenes ziemlich mächtig hervortretenden Fortsatzes der höheren Wirbelthiere. Jetzt, wo die Entwickelungsvorgänge thatsächlich uns vor den Augen liegen, möchte man wohl zu der Behauptung sich hinneigen, dass, sobald der Mangel einer Gesichtskopfbeuge und die damit im Einklange stehende, geringere Wölbung der Stirnwand bei den niederen Wirbelthieren statuirt war, auch die nachfolgenden, davon abhängigen Bildungen zum grossen Theile voraus zu vermuthen gewesen wären.

Vollendung der typischen Conformation des Kopfes. — Die Froschlarve.

§. 9. In dieser Entwickelungsperiode zeigt der Froschembryo die Tendenz zur Ausbildung seiner Larvenform, indem im Allgemeinen die bisherigen Entwickelungsanlagen sich vervollständigen und gleichsam abrunden. Mit Verlängerung des Schwanzes vermehren sich die Wirbel-Abtheilungen. Die Centralnervenröhre wird durch die sich vereinigenden Rückenplatten geschlossen, indem zugleich die *Membrana reuniens superior* am Rumpfe verschwindet und nur am Kopfe sich theilweise zu erhalten scheint*). Die Visceralplatte des Rumpfes vergrössert sich in dem Maasse, wie die untere Ver-

*) Herr Professor H. Rathke vermuthet, wie ich aus der gütigst mir gemachten Mittheilung entnahm, dass am Schädel sich theilweise die *Membrana reuniens superior* erhalte. Indessen glaube ich, dass, so wie die gegenseitige Vereinigung der Bauchplatten bei den Thieren, deren Muskelsystem mit Rippen daselbst wenig ausgebildet ist, nicht so augenscheinlich wird, dennoch bei Berücksichtigung und Vergleichung der rudimentären Muskeln mit denen anderer Wirbelthiere nicht abgeleugnet werden kann; dass ebenso auch am Schädel, wenn derselbe vollständig existirt, die Vereinigung der Rückenplatten des Kopfes erfolgt ist und vorhanden nur wegen der häutigen Form die unmittelbare Beobachtung sehr erschwert und beinahe unzulässig macht.

einigungshaut verkümmert. Bei diesem Processe kommt das verhältnissmässige Zurückbleiben des Volumens des Bauches sehr zu Hilfe.

Vorzugsweise aber fällt in diese Zeit die vollständige Entwickelung der äusseren Kiemen. Sie bilden sich da an den Aortenbogen, wo diese letzteren gegen die Wirbelsäule sich anlegen. Wir sahen die Gefässbogen der Aorta schon sehr frühe äusserlich angedeutet durch die Wölbung, welche anfangs unter den Rückenplatten des Kopfes gleich hinter den Sauggrübchen sich befand und dann allmählig bei der Entwickelung der Visceralfortsätze zurückgedrängt wurde: ein Phänomen, welches noch weit augenscheinlicher bei den höheren Wirbelthieren wegen des dunkleren Blutes und der ganz durchscheinende Bildungsmasse derselben beobachtet werden konnte. Diese Wölbung erscheint an ihrer Oberfläche von den darunterliegenden Gefässbogen wellenförmig; die sie deckende schwarze Umhüllungshaut bekommt Risse und Spaltungen, und lösete sich nach und nach, den Kiemenspalten entsprechend, ab, und als neuen Schutz entwickelt von seinem häutigen hinteren Rande der zweite Visceralbogen den bald zu erwähnenden häutigen Kiemendeckel. Inzwischen bilden sich neben der Wirbelsäule auch die äusseren Kiemenläppchen. Zuerst zeigt sich am vordersten Aortenbogen die erste äussere Kieme als ein einfacher Stummel, welcher dann später mehre Aestchen entwickelt; dann folgte die zweite und am spätesten die dritte Kieme von dem letzten Aortenbogen, welche letztere jedoch nie so vollkommen sich ausbildet, wie die beiden vor ihr liegenden. Die äusseren Kiemenläppchen bleiben übrigens von der schwarzen Umhüllungshaut bedeckt, und es hat mir immer geschienen, als wenn dieselbe behufs der veränderten Thätigkeit noch eine eigene Metamorphose erlitte; niemals war ich im Stande sie von den Gefässen loszutrennen.

§. 10. Die weitere Entwickelungsgeschichte des Kopfes gestaltet sich nun folgendermaassen. Die Rückenplatten desselben theilen sich gemäss der Ausbildung des Gehirnes deutlicher in 3 Abtheilungen für die Wirbel, von welchen jedoch nur der erste am augenscheinlichsten sich abzeichnet. Die Bildungsmasse der beiden hinteren ist wohl bemerklich schon äusserlich geschieden, doch muss man den Vertikal-Durchschnitt des Kopfes zu Hilfe nehmen, um sicherer zu gehen. Diese Schwierigkeit in der Erkenntniss der beiden hinteren Wirbelabtheilungen des Kopfes giebt uns sowohl einen deutlichen

Beweis von der Rücksicht, welche die frühste Entwickelung auf die künftig auftretenden, individuellen Formen nimmt, als auch von dem Einflusse, welchen die Gehirnabtheilungen auf die Wirbelabzeichnungen des Schädels ausüben. Die Lage des Auges, das jetzt beinahe vollkommen ausgebildet ist, die des Ohrlabyrinthes, welches gegenwärtig nur deutlich an den Seiten der Rückenplatten zu erkennen, und die Abzeichnung der Rumpfwirbel dienen gleichfalls als nicht zu übersehende Hilfsmittel bei der Bestimmung der Kopfwirbel. Die Urrudimente des Auges, anfänglich vorn in den Seitentheilen des ersten Schädelwirbels gelagert, dehnen sich bei ihrer Entwickelung immer mehr nach hinten aus, so dass sie bald die ganze Länge der entsprechenden Seitentheile einnehmen. Das Ohrlabyrinth ist anfangs nur ein weissliches Konvolut von Bildungsmasse, das sehr frühe zur Seite der Rückenplatten des Kopfes äusserlich erscheint. Es hat seine Lage daselbst vor dem dritten Kopfwirbel, nimmt aber bei seiner Vergrösserung sowohl diesen als auch besonders den Seitentheil des vorliegenden Schädelwirbels immer mehr in Anspruch. Es hat mit dem Labyrinthe der höhern Wirbelthiere das Gemeinschaftliche, dass es weit früher als die übrige Bildungsmasse in den Knorpelzustand übergeht und so als Knorpelbläschen, worin nun bald auch die Kalk-Konkremente sichtbar werden, sich darstellt.

§. 11. Die Visceralbogen anlangend bemerkt man an dem ersten derselben den Hervorwuchs einer Bildungsmasse, welche dem unteren Zwischenkiefer der höheren Wirbelthiere e i n i g e r m a a s s e n entspricht. Wir hatten nämlich gesehen, dass die Endkolben der ersten Visceralfortsätze durch eine zwischentretende Masse vereinigt wurden. Diese Verbindungssubstanz findet sich auch bei den Embryonen der höhern Wirbelthiere und hat zunächst die Tendenz den eigentlichen Visceral b o g e n zu bilden. Dann entwickelt sich in ihr das keilförmige Schlusstück der Meckelschen Knorpel und später entstehen an ihrer äusseren Seite die unteren Zwischenkieferknochen, wie dieses am deutlichsten bei den Vögeln wahrgenommen werden konnte. Bei den Froschthieren wird dieselbe für den Larvenzustand von ganz besonderer Bedeutung. Zu diesem Behufe bildet diese Verbindungsmasse, ganz unabhängig von den anstossenden Visceralfortsätzen, allmählig zwei Stücke, die unter einem etwas nach vorn und unten vortretenden spitzen Winkel vereinigt sind.

Während die hintere Seite derselben ganz frei liegt, so ist das obere Ende und beinahe die Hälfte der vorderen oder äusseren Fläche in die Vereinigung mit den Endkolben der respektiven Visceralfortsätze gezogen. Daher kommt es, dass dieser mittlere Theil, von der inneren Seite gesehen, vollständig ausgebildet und von ziemlichem Umfange erscheint, während er von aussen betrachtet leicht zu übersehen ist, da er die Hälfte der sich hier darbietenden Fläche bei der Verbindung mit den respektiven Enden der eigentlichen Visceralfortsätze eingebüsst hat. (Tab. I. Fig. 9. Fig. 10.) Bei seiner Neigung nach vorn und unten, während die darüberliegenden eigentlichen Visceralfortsätze gegenwärtig noch mehr direkt nach unten verlaufen, ist es indess auch nicht schwer von aussen durch das Hineinsehen in die Mundhöle die innere freie Fläche wahrzunehmen.

Auch die zweiten Visceralfortsätze haben sich in dieser Periode enger verbunden, ohne dass jedoch das Mittelstück ganz individuell hervortritt. Vielmehr geht dasselbe beinahe unscheinbar in die dahinter liegende *Membrana reuniens inferior* über, welche letztere an den Stellen, wo die Hauptäste des *Truncus aortae* frei in die zweite Visceralspalte eintreten und wo die beiden Blätter der Herzhöle seitlich zusammenkommen, etwas kondensirter erscheint. Wichtiger ist die Entwickelung des häutigen Kiemendeckels von dem hinteren Rande der zweiten Visceralfortsätze. Die Erweiterung dieses häutig verlaufenden hinteren Randes geschieht etwas oberhalb der Mitte des entsprechenden Visceralfortsatzes; das Mittelstück des Bogens und die obersten Partieen bleiben frei. Wir haben eine ähnliche Erscheinung auch bei den höheren Wirbelthieren beobachtet. H. Rathke entdeckte diese Vergrösserung des zweiten Visceralfortsatzes zuerst bei den Vögeln und glaubte damals schon, dass es ein Analogon vom Kiemendeckel wäre. Sie ist daselbst auch höchst merkwürdig von solcher Grösse und so eigenthümlichen Wachsthume, dass gewiss noch besondere Gründe seine Anwesenheit bedingen müssen. Ich vermuthe, dass die Bildung der Visceralröhre des bei diesen Thieren verhältnissmässig sehr langen Halses nicht ohne geringen Einfluss auf das genannte Phänomen sein möchte. In meiner Abhandlung im Müllerschen Archiv habe ich erwähnt, dass dieses Analogon von Kiemendeckel der Vögel mit der Visceralplatte der Brust sich in Verbindung setze und da erst

verwachse. Aus blosser Analogie scheint mir eine so mächtige, individuelle Entwickelung kaum denkbar*). — Bei den Embryonen der Säugethiere beobachtete ich nur eine eigenthümliche Verbreiterung des oberen freien Theiles des zweiten Visceralfortsatzes. — Wie dem nun auch sei, so viel ist gewiss, dass bei den Kiemen-Wirbelthieren diese Erweiterung an der äusseren Fläche des zweiten Visceralbogens zum Schutzdeckel für die Aortenbogen und ihre Kiemen bestimmt ist und der *Membrana branchiostega* der Fische entspricht. Sie findet sich, so bald die Kiemen in Wirksamkeit treten, sie hört auf zu sein und verwächst mit der Visceralplatte des Rumpfes, wenn die Kiemen schwinden. Zu den ersten Muskeln, welche am Kopfe sich bilden, gehören auch diejenigen, welche zur Schliessung und Oeffnung des Kiemendeckels bestimmt sind.

§. 12. Von den Visceralspalten verbleibt vorläufig und vergrössert sich mit dem allgemeinen Wachsthume des Embryo die zweite, indem sie mit dem allmähligen Ausbilden der äusseren Kiemenläppchen zugleich in ihre Funktion als äussere Kiemenspalte eintritt. Sie wird vorn durch den hinteren Rand des zweiten Visceralfortsatzes, hinten durch die Visceralplatte des Rumpfes, und unten durch die Seitenränder der Herzhöle begrenzt. Oben liegen der zweite Visceralbogen und die Visceralplatte des Rumpfes nahe bei einander. Die erste Visceralspalte dagegen verschliesst sich schon ziemlich früh an ihrer oberen Abtheilung, und nach und nach geschieht dieses auch mit der noch übrig gebliebenen unteren, wo die Zwischensubstanz jedoch mehr häutiger Natur ist. So evident und zierlich, wie wir diese Spaltöffnung mit den umgebenden Rändern bei den Säugethieren, Vögeln und höheren Amphibien in den äusseren Gehörgang mit dem Paukenfell und in die *Tuba Eustachii* mit der Paukenhöle sich verwandeln sahen: so ganz und gar verliert sie sich bei den Froscharten, die ich untersuchte, wie dieses mit den beiden letzten Visceralspalten der höheren Wirbelthiere der Fall ist.

Zu bemerken ist noch die Art und Weise, wie die obere Abtheilung der ersten Visceralspalte verwächst. Von aussen kann man wenig von diesem

*) Wir werden in der Entwickelungsgeschichte des Triton Gelegenheit nehmen über diesen Punkt uns bestimmter auszusprechen.

Vorgange wahrnehmen. Die Untersuchung von der innern Seite giebt hier nicht weniger als bei den höheren Wirbelthieren die besseren und klareren Aufschlüsse. Das Durchschneiden der einen Seitenhälfte der Visceralröhre, um durch das Zurückklappen derselben die innere Anschauung zu gewinnen, ist hier von geringerem Vortheil, da die Befestigung der zurückgeklappten Theile wegen ihrer Kleinheit und geringen Konsistenz jetzt so äusserst schwierig ist. Ich bin daher mit einer feinen Scheere in die Visceralröhre eingegangen und habe die Rückenplatten durchschnitten (Fig. 9. Tab. I.), wodurch die Anheftung bei weitem erleichtert ist. Man sieht alsdann, wie die erste Visceralspalte bis in die Nähe der Rückenplatten des Kopfes hinaufragt. Dann vereinigen sich schon sehr frühe die obersten Abtheilungen der anliegenden Visceralbogen auf die Weise, dass die Bildungsmasse des ersten durch die nach unten und hinten sich erweiternde Augenhöle mit einem kleineren anliegenden Theile eine gleiche Richtung annimmt, die Basis des zweiten erreicht und mit ihr verwächst, während die Hauptmasse von der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens vorn unter dem Auge verbleibt. Man kann anfänglich noch eine feine Furche der vereinigten Visceralbogen unterscheiden. Späterhin verschwindet auch diese, und man hat nun eine zwischen der Augenhöle und dem Ohrlabyrinthe sich befindende gemeinschaftliche Bildungsmasse, welche zwar zum grössten Theile der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens zugehört, von der jedoch die noch freistehenden unteren Abtheilungen beider Visceralbogen gleichsam auszugehen scheinen. Diese letzteren vereinigen sich nie so innig, sondern ihre Spalte wird vielmehr durch häutige Bildungssubstanz geschlossen.

Der Verwachsung der oberen Abtheilungen kommt übrigens noch der Umstand sehr zu Hilfe, dass sie zum Theil in den gemeinschaflichen, ursprünglichen Visceralstreifen gelegen sind. Dieser letztere grenzt an die Rückenplatten, in welchen sich am vorderen Seitentheile des ersten Wirbels das Auge, vor dem dritten Wirbel das Ohrlabyrinth befindet. Die Entwickelung dieser beiden Sinne nimmt bei ihrer Vergrösserung und Erweiterung gleichfalls sogar die Bildungsmassen des unterliegenden Visceralstreifens in Anspruch. Vorzüglich ist's die Augenhöle, wie schon erwähnt, welche sich mächtig nach unten und hinten ausdehnt und in der späteren

Zeit über seine ursprüngliche Lage oft irre leiten kann. Obschon anfangs vorn zur Seite der Stirnwand liegend überschreitet sie später nach hinten nicht allein den entsprechenden ersten Wirbel, sondern reicht sogar bis in die Mitte des zweiten hinein. Ihr entgegen tritt das Ohrlabyrinth, welches jedoch bei den Fröschen weniger in seiner Entwickelung nach vorn als nach unten die Bildungsmasse des zweiten Visceralbogens beeinträchtigt.

Bei den höheren Wirbelthieren scheint die Anlage des Ohrlabyrinthes gleich anfangs mehr oder weniger dem ersten Wirbel und seinem Visceralbogen anzugehören und der zweite Visceralfortsatz liegt unmittelbar darunter. Diese Bildungsverschiedenheit scheint mir wiederum auf die ursprünglich abweichende Kopfform beider Abtheilungen der Wirbelthiere, auf die Gesichtskopfbeuge, zurückführbar. Denn dadurch erhielt besonders der zweite Kopfwirbel eine mehr schräge gegen die horizontale Ebene des Embryo geneigte Lage und das dahinter liegende, sich vergrössernde Ohrlabyrinth rückt so gleichsam über den zweiten Wirbel hinweg dem ersten näher. Am bemerkbarsten war diese Erscheinung natürlich bei den Säugethieren. Gehen wir nun noch weiter in der Beachtung der durch die Gesichts-Kopfbeuge begünstigten Entwickelungsmomente, so erscheint sie uns auch als ein Erleichterungsmittel für die Bildung der Gehörknöchelchen. Sie unterstützte dadurch die Entwickelung des wichtigsten Bewegungsknöchelchens am Ohrlabyrinthe, des Steigbügels und der Kolumella aus dem zweiten Visceralbogen; sie machte es möglich, dass Theile vom ersten Visceralfortsatz (Ambos und Hammer) für den Bedarf des Gehörorgans verwendet werden konnten.

Indem wir so stets geneigt sind die späteren Entwickelungs-Phänome auf vorangegangene zurückzuführen, wollen wir sie durchaus nicht als nothwendige Folgen derselben betrachtet wissen und die individuelle Form hievon unmittelbar allein abhängig darstellen. Bei den Lebensenergien ist, wie der grosse Kant sagt, Alles Mittel und Zweck zugleich; Alles gehorchet einer überall sich gleich zeigenden höheren Einheit. Die umgekehrte Betrachtungsweise bleibt anderen Wissenschaften anheim gestellt; für die Entwickelungsgeschichte ist der von uns beobachtete Weg der normalste.

§. 13. Zur plastischen Bildung des Gesichtes hatten die vorderen Stirnfortsätze, die Gesichtsbasis und die Bildungsstreifen der Oberkiefer das Fun-

dament gelegt. Die Vervollständigung desselben geschieht nun durch die Entstehung des letzten dem Gesichte eigenthümlichen Grundbestandtheiles; des oberen Zwischenkiefers. Derselbe erhebt sich von der vorwachsenden Gesichtsbasis da, wo dieselbe mit den Stirnfortsätzen und den Oberkiefern in Berührung steht. Als zwei mehr häutige Bildungsmassen auftretend, entwikkelt er sich auf- und vorwärts und füllt den Raum zwischen den vorderen Stirnfortsätzen und den Oberkiefern aus, um die Formirung des Nasenkanals zu jeder Seite zu vollenden. Dieser Vorgang ist durchaus dem der höheren Wirbelthiere ähnlich, nur dass namentlich bei den Vögeln der seitliche Stirnfortsatz mächtig ins Mittel tritt. Die nächste Folge des hervorwachsenden Zwischenkiefers ist die Umbildung des vorderen Visceraleinganges zur Mundöffnung, indem dieselbe, allmählig aus einer einfachen perpendikulairen Spalte in ein mit abgerundeten Ecken versehenes Quadrangulum übergegangen, nun in eine horizontale Spalte, die eigentliche Mundöffnung, sich verwandelt. Bei diesem letzteren Bildungsakte erweitert sich die Substanz des oberen Zwischenkiefers seitlich über die Oberkiefer-Streifen hinweg gegen den ersten Visceralbogen und bedeckt bei den ungeschwänzten Batrachiern um die jetzige Zeit denselben soweit, dass nur sein mittleres sich besonders entwickelndes Stück frei bleibt und als unterer Zwischenkiefer fungirend die hintere Mundbgerenzung übernimmt, so wie die oberen Zwischenkiefer jetzt allein die vordere. Durch die eigenthümliche Lagerung der für das Gesicht hervorwachsenden Bildungsfortsätze der beiden Röhren des Wirbelsystems über und vor der vorderen Visceralröhren-Oeffnung, erhalten dieselben also neben dem ursprünglichen Zwecke, die Nasenhöle zu bilden, noch eine zweite Bestimmung, nämlich die obere Mundhölenwand zu konstituiren. Die Gebilde, welche von der unteren Abtheilung des ersten Visceralbogens die untere Mundhölenwand formiren, treten alsdann zu dem ursprünglichen Gesichte accessorisch als untere Gesichtshälfte hinzu. Bei dem Frosche wird dieselbe gegenwärtig, wie wir gesehen, durch das individuell sich entwickelnde Schlussstück des ersten Visceralbogens gebildet.

§. 14. Mit der Vollendung dieses Entwickelungsvorganges ist auch die vollständige Form des Froschembryo gebildet. In so fern derselbe eine

Larvenzeit zu durchleben hat, sind auch die Urbestandtheile des Kopfes natürlich demgemäss individuell schon geformt.

Von den einzelnen Gesichts-Bestandtheilen kann man am besten sich dadurch überzeugen, dass man solche Embryonen eine halbe Stunde hindurch in schwacher Salpetersäure aufbewahrt. Alsdann lassen sich die einzelnen Gebilde sehr leicht absondern. Das ist auch der einzige Vortheil, den man von dieser Aufbewahrung der Embryonen hat. Zu sonstigen Untersuchungen ist die Substanz hiedurch zu bröcklich geworden und duldet keine Befestigungsmittel.

Wichtig ist noch bei der Vollendung des Froschlarvenzustandes die Entstehung einiger Theile aus der schwarzen Umhüllungshaut. Diese Membran scheint so eigentlich für den Larvenzustand der Frösche vorhanden zu sein und ist in diesem Sinne mit der Puppenhülle zu vergleichen, unter welcher das vollkommene Insekt sich ausbildet. Unter ihrem Schutze entwickeln sich die Rücken- und Visceralplatte schon frühzeitig selbstständiger zu dem animalischen Systeme. Sie bildet sehr frühe schon die öfters genannten Sauggrübchen, welche mit dem Hervorwachsen des ersten Visceralbogens immer weiter nach unten gedrängt wird und zur Anheftung der Embryonen an andere Körper dient. Jetzt, nachdem die Mundöffnung plastisch gebildet dasteht, entwickelt sie an derselben hornartige braungefärbte Lamellen, welche sich in ihrer Form nach den Kiefern richten und unmittelbar an dieselben angefügt sind. Sowohl an dem oberen als dem unteren analogischen Zwischenkiefer bestehen sie aus zwei Stücken, welche ihren Anheftungstheilen entsprechend oben eine mehr halbzirkelförmige, an der unteren Mundbegrenzung zwei unter einem Winkel geneigte Flächen darstellen. Diese hornartigen Lamellen sind die ephemeren für den Larvenzustand bestimmten Fresswerkzeuge der Frösche und erinnern, wie Ant. Dugès mit Recht sagt, an die Zähne der Kephalopoden. Rund um diese hornartigen Stücke zieht sich eine dünnere schwarzgefärbte Hautfalte derselben Umhüllungsmembran, und giebt der ganzen Mundöffnung eine Kreisform. Dass diese Gebilde sämmtlich von der schwarzen Umhüllungshaut ausgehen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die letztere abzieht und die

hornartigen Lamellen an ihr haften bleiben, und dann, wann später mit ihrem Verkümmern auch jene hinschwinden.

Kapitel II.

Die typische Ausbildung des Kopf-Knorpelskelets.

Ueber die Sonderung des Blastema der Rücken- und Visceralplatten im Allgemeinen.

§. 15. So lange wir mit der rein formalen Entwickelung des Embryo zu thun gehabt, zerfällt das seröse Blatt in vier Theile: in die schwarze Umhüllungshaut: in die Oberhaut: in diejenige Bildungssubstanz, welche Rücken- und Visceralplatten mit den respektiven Vereinigungshäuten umfasst: endlich am meisten nach innen in die nächsten Umhüllungshäute der in den Wirbelröhren befindlichen Organe.

Bis jetzt liess sich von der Trennung der animalischen Bildungssubstanz in Weich- und Hartgebilde Nichts wahrnehmen. Die Natur bedurfte noch zu wichtiger Veränderungen der Form und zu nothwendiger Neubildungen, als dass ein konstanteres, festeres Material hätte anwesend sein können. Sobald aber die formale Bildung beendet, ist auch der Zeitpunkt gekommen, wo die Sonderung des Blastema in weichere und härtere Theile eintritt. Man beobachtet in der Art, wie dieser Vorgang bei den niederen Wirbelthieren erfolgt, eine geringe Abweichung von der bei den höheren, welches wahrscheinlich nur auf die höhere Ausbildung des animalischen Systems der letzteren beruht. Bei ihnen liegen die festeren Gebilde namentlich der Visceralbogen mehr inmitten der Bildungssubstanz derselben und die weicheren Massen umgeben die knorpelartigen und knorpligen Bildungen. Einen knorpelartigen Zustand der festeren Gebilde habe ich bei den niederen Wirbelthieren weniger unterscheiden können, sondern sehr bald einen völlig knorpligen, und die Weichgebilde befanden sich alsdann meistens an der äusseren Fläche derselben gelagert.

Befreit man einen Embryo, dessen äussere Kiemen sich beinahe vollständig ausgebildet, von der schwarzen Umhüllungshaut und der Cutis-Anlage, (Fig. 11. Tab. I.) so beobachtet man als frühste Sonderung der Bildungsmasse die ersten Spuren besonders zweier hervortretender Muskelpartieen

am Kopfe. Sie markiren sich als eine durch ihre weissliche Färbung sich auszeichnende Substanz, an welcher nur eine geringe Faserung sichtbar ist. Die eine entspringt unterhalb des Auges von dem oberen Ende des ersten Visceralbogens da, wo derselbe mit dem zweiten sich vereinigt hat und geht schräg nach unten und hinten zu der obersten Abtheilung des frei stehenden zweiten Visceralbogens. Von dem hinteren Rande dieses letzteren dagegen zieht sich die zweite Partie nach der Mitte des Embryo, wo sie sich über dem Mittelstück des zweiten Visceralbogens mit der respektiven der anderen Seite in einer graden Linie vereinigt. Die erstere Muskelschicht hebt den häutigen Kiemendeckel des zweiten Visceralfortsatzes; die letztere ist der Antagonist und schliesst die Kiemenspalte wieder.

Ausserdem findet sich eine zweite Reihe von Muskel-Andeutungen, welche sich auf die Bewegungen der Kiefer beziehen. Die eine Partie zieht sich hinter der unteren Abtheilung des ersten Visceralfortsatzes parallel derselben nach der Mittellinie des Embryo, wo sie mit der respektiven der anderen Seite hinter den sogenannten unteren Zwischenkiefer sich vereinigt. Sie dient zur Verengerung des Mundes, wie wir später uns überzeugen werden. Die andere unter dieser ersten Muskelschicht verlaufende entspringt von dem Vereinigungsstücke der beiden zweiten Visceralfortsätze und setzt sich an die erwähnten unteren Zwischenkiefer, um dieselben nach hinten zu ziehen. Sie zeigt am frühsten ihre Muskelfasern. Die anderen sich bald bildenden Muskelpartieen betrachten wir später, wann die sie tragenden Knorpel näher untersucht sein werden.

A. Entwickelung des Kopf-Knorpelsystems der Froschlarve.

Grundlegung der Kopfknorpel.

§. 16. Obschon einseitig, so ist es nicht ohne Interesse, die Bildung des Knorpelsystems mit dem Gedanken zu verfolgen, wie die Natur besonders zwei Tendenzen hiebei beobachtet. Sie entwickelt einmal die individuelle Form der Larve selbst sammt Allem, was zu deren Existenz nothwendig erscheint. Zugleich aber hat sie auch auf das künftig auszubildende Individuum Rücksicht zu nehmen, damit aus der bestehenden Larvenform ohne Hindernisse und ohne das Leben der Larve zu gefährden der vollkommene Frosch

nach und nach sich entwickeln könne. Sie muss aus einem Urtypus zweierlei ziemlich stark abweichende individuelle Gestalten nacheinander hervorbilden. Es ist hier nicht der Ort ins Einzelne diese Betrachtungsweise zu verfolgen. Wir machen nur die allgemeine Bemerkung, dass die Natur da, wo sie Knorpel des Larvenzustandes nicht direkt in die Theile des vollkommenen Thieres verwandeln kann, dass sie hier gewisse ursprüngliche Bildungsbestandtheile gleichsam brach liegen lässt und dafür andere Stücke individueller ausbildet.

Der Embryo hat beim Beginn dieser Periode die äusseren Kiemen noch in seiner höchsten Entwickelung, um sie bald in den Verkümmerungsprozess vergehen zu lassen. Denn innerhalb der Visceralröhre haben sich um diese Zeit an den Aortenbogen Knorpel entwickelt, welche an den Seiten mit Zacken versehen sind, woran die sich jetzt allmählig ausbildenden inneren Kiemen befestigen. Von den Extremitäten lassen sich als etwas weiter hervorgebildete Anlagen nur die oberen unterscheiden; sie liegen natürlich verdeckt von der schwarzen Umhüllungshaut.

§. 17. Die Schädelhöle ist da, wo sie als Hirndecke auftritt, rein häutig, wie es scheint, noch von der oberen Vereinigungshaut gebildet; auf der Grenze zu den Rumpfwirbeln treten die Rückenplatten des Kopfes näher zusammen. Dagegen ist die Basis des Schädels mit den Seitentheilen mehr oder weniger in einen häutigen einfachen Knorpel verwandelt, an welchem man von unten gesehen nur den ersten Kopfwirbel etwas deutlicher abgezeichnet vorfindet. Etwas später aber markiren sich alle drei Wirbel nach Hinwegnahme der häutigen Hirndecke an der Oberfläche der Basis der Schädelhöle (Fig. 15. Tab. I.) ziemlich deutlich; ja, man wird bei ihrem Anblicke unmittelbar an die sich ähnlich abzeichnende untere Oberfläche der häutigen Basis der Säugethiere erinnert *). Die Gehirnabtheilungen sind hier das Entscheidende.

Der vordere Theil der häutigen Gehirndecke geht beinahe unmerklich in die häutig-knorpligen vorderen Stirnfortsätze über, welche übrigens ganz formlos sich membranartig ausdehnen und nur seitlich einen Ausschnitt für die äussere Nasenöffnung zurücklassen. An ihnen befinden sich vorn die

*) Siehe meine Abhandlung im Müllerschen Archiv 1837.

oberen Zwischenkiefer, gleichfalls mehr häutig-knorplig. Sie tragen die braun gefärbten hornartigen Lamellen. Zwischen den Stirnfortsätzen und den respektiven oberen Abtheilungen des ersten Visceralbogens sieht man die Bildungsmasse des Oberkiefers an den umgebenden Verwandlungen in den Knorpelzustand durchaus keinen Antheil nehmend, sondern so daliegend wie sie sich ursprünglich hervorbildete. Ebenso verhält sich auch die Gesichtsbasis. —

§. 18. Die genannten Sinneswerkzeuge des Schädels, das Auge und Ohr, erscheinen jetzt an den Seitentheilen desselben gleichsam wie angeheftet und mit der innern Höle, aus welcher sie anfänglich hervorzukommen scheinen, nur durch die Nerven in Verbindung stehend. (Tab. I. Fig. 14.) Das Auge ist in seinen Hauptbestandtheilen leicht erkennbar, und seiner Lage nach wieder etwas mehr nach hinten gerückt. Das Labyrinth des Ohres hat jetzt die festeste Knorpelkonsistenz von sämmtlichen Gebilden; es lassen sich mehre Kalkkonkremente wahrnehmen, doch nirgend sah ich jetzt die Spur einer Oeffnung ausser jener für die eintretenden Nerven. Es hat seine Lagerung mehr nach unten erhalten, daher es von aussen sich gegenwärtig nicht so augenscheinlich präsentirt. Man kann übrigens, wie gesagt, dieses knorplige Ohrlabyrinth jetzt so vollkommen frei von der Schädelröhre loslegen, dass weder ersteres noch diese letztere im Mindesten dadurch in ihrer Form und Gestalt zerrüttet werden. Wer die Entwickelung des Ohrlabyrinthes uranfänglich verfolgt und vorliegenden Larvenzustand einmal präparirt hat, der kann unmöglich glauben, dass das Ohrlabyrinth bei seiner späteren Verknöcherung einen wesentlichen Theil der im Wirbeltypus gebildeten Schädelhöle ausmache. —

§. 19. Was nun die Visceralbogen betrifft (Tab. I. Fig. 15.), so bieten sie uns folgende Veränderungen dar. Im Allgemeinen trennt sich jeder Visceralbogen, wie schon in der Entstehung, so noch deutlicher in der ferneren Ausbildung in zwei Abtheilungen. Die obere liegt an dem Schädel und entwickelt sich durch Metamorphose des ursprünglichen Visceralstreifens. Die zweite und untere entsteht aus dem eigentlichen Visceralfortsatz und bildet mit dem der anderen Seiten den eigenthümlichen Bogen. Demgemäss scheidet sich der erste Visceralbogen in zwei Theile. Der obere ist derjenige, welcher beim Frosche wegen der weiten Ausdehnung des ursprünglichen

Bildungstreifens nach vorn theilweise als Bildungsbestandtheil der vorderen oder oberen Gesichtshälfte auftritt, und von welchem wir auch die Oberkieferbildungsmasse sich entwickeln sehen. Der untere und zweite erscheint mehr für die untere Gesichtshälfte, für die Unterkieferbildungen, bestimmt. Bei den höheren Wirbelthieren waren diese beiden Theile augenscheinlicher durch ihren verschiedenen Verlauf abgeschieden und die seitliche Biegung, in welcher sich das Quadratbein oder seine Analoga entwickelten, machte ihre Grenze. Bei den nackten Amphibien und Fischen muss wegen des Mangels einer seitlichen Biegung des ersten Visceralbogens diese Abgrenzungsweise natürlich wegfallen. Dagegen giebt uns hier die Bildungsmasse des Oberkiefers ein Scheidungsmittel. Der an dieselbe anstossende Theil des Visceralbogens, welcher mithin zur unteren Gesichtsabtheilung gerechnet werden muss, wird jetzt zwar von dem oberen Zwischenkiefer mit seinen hornartigen Lamellen bedeckt, so dass nur der uneigentlich sogenannte untere Zwischenkiefer für die Mundöffnung gänzlich frei bleibt. Indessen liegt derselbe nur dem Visceralbogen an, ohne in irgend einer festeren als bandartigen Verbindung mit ihm zu stehen. Zu einer zweiten Bestimmungshilfe der Abtheilungen des ersten Visceralbogens dient uns auch das Auge. Obgleich dasselbe ursprünglich zur Seite der Rückenplatte sich zeigte, so bemerkten wir schon früher, dass es in der ferneren Ausbildung mehr nach hinten und unten sich ausdehnte und dadurch in Konflikt mit der oberen Abtheilung des Visceralbogens trat. Dieselbe ward dadurch in ihrer Bildungssubstanz gewissermaassen auseinander getrieben und eine kleinere hintere Partie verband sich auf diese Weise mit der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens, während die unteren Abtheilungen beider Bogen von hier in einer mehr freien Vereinigung hinunterstiegen.

Die obere Abtheilung des ersten Visceralbogens, so wie die entsprechende des zweiten kondensiren ihre Bildungssubstanz weit später, als die freier stehenden unteren Hälften. Sie stimmen darin mit den Gesichtsbestandtheilen überein und sind in der ersten Zeit dieser Periode, wo die äusseren Kiemen im Verkümmerungsprozesse begriffen sind, mehr häutiger Natur. Eine Ausnahme macht nur die Partie, welche den unmittelbaren Träger der freiern Abtheilungen ausmacht und natürlich in Knorpelzustand

übergeht. Wir ziehen die Betrachtung derselben der Deutlichkeit wegen und mit Rücksicht auf die individuelle Ausbildung der Froschlarve zu den unteren Hälften des ersten Visceralbogens.

§. 20. Die untere Abtheilung des ersten Visceralbogens, welche zum Bedarf des Froschlarven-Lebens sehr bald sich verknorpelt, lassen wir demnach jederseits in drei Abschnitte zerfallen. Von diesen war der unterste schon in seiner ursprünglichen Bildungsmasse individuell geformt und bildete diesem gemäss den Knorpel, ohne von seinem Volumen Etwas einzubüssen oder zu anderen Zwecken zu verwenden. Der Knorpel hat auch dieselbe Anheftung an der anliegenden Visceralbogen-Partie, wie ehedem seine Bildungssubstanz, und vereinigt sich mit dem respektiven der anderen Seite in der Mitte, ohne daselbst ein Gelenk zu bilden. Wir nannten ihn uneigentlich den unteren Zwischenkiefer, insofern im Vergleich zu den höheren Wirbelthieren allerdings das denselben unmittelbar entwickelnde *Blastema* bei letzteren an seiner äusseren Fläche den unteren Zwischenkiefer, in sich selbst aber das keilförmige Ende des Meckelschen Knorpels formirt. Wir haben mithin zur Rechtfertigung unserer Benennung nur die gleiche Function der Theile, doch wollen wir sie der leichteren Beschreibung wegen beibehalten.

Ueber ihm liegt nun der zweite Abschnitt, ohne gleichfalls im Wesentlichen von der frühen Bildungsform in Etwas abzuweichen. Er wird von dem oberen Zwischenkiefer bedeckt. Seine Verbindung mit dem unteren Zwischenkiefer ist fest und keiner gelenkigen Bewegung fähig. Hievon kann man sich überzeugen, wenn man diesen Knorpel fixirt und nun das Vor- und Rückwärtsbewegen der unteren Zwischenkiefer unmöglich wird. Der deutlicheren Uebersicht wegen und um die Namen nach den Entwickelungszuständen nicht zu oft zu wechseln, wollen wir anticipirend in Uebereinstimmung mit den Benennungen bei den höheren Wirbelthieren diesen Knorpel als den Meckelschen bezeichnen. Er bildet scheinbar zwar nicht das Schlusstück des ersten Visceralbogens, doch zeigt sich an seiner äusseren Fläche später der Unterkiefer, und die uranfänglichen Bildungssubstanzen, insofern sie unter der oberen Abtheilung des Visceralbogens gelegen sind, entsprechen sich vollkommen. Wollen wir übrigens den uneigentlich so genannten unteren Zwischenkiefer, welcher gegenwärtig gleichsam gesondert vom

Meckelschen Knorpel den mittleren Schluss des knorpligen ersten Visceralbogens ausmacht, nach der Entwickelung erläutern, so müssen wir denselben für das abgelösete, wie mir scheint, nur für das Froschlarven-Leben so individuelle ausgebildete, keilförmige Schlussstück des Meckelschen Knorpels halten.

Ueber dem Meckelschen Knorpel liegt endlich der dritte Abschnitt. Er ist von den genannten der wichtigste, wozu ihn jetzt schon Form und Lage machen. Eigentlich gehört er, wie oben erwähnt wurde, zu der oberen oder Schädel-Abtheilung des ersten Visceralbogens, und wir beschreiben ihn hier aus schon genannten Gründen. Seine Function ist gewissermaassen die mittelbare Anheftung der freieren unteren Abtheilungen beider Visceralbogen. Demgemäss tritt seine Bildungsmasse nach hinten mit der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens in Verbindung und bei der Verwandlung in Knorpel geht dieselbe häutig in letztere über. Ueber diesem Verbindungs-Stück ist das Auge gelegen, darunter befestigt sich die untere Abtheilung des zweiten Visceralbogens. Dadurch erhält der Knorpel eine komplizirte Form, welche sich nicht sowohl beschreiben, als nach den Verbindungstheilen bestimmen lässt. Nach vorn und oben verläuft er häutig in die unausgebildete obere Abtheilung des ersten Visceralbogens, nach hinten und oben auf gleiche Weise in den gleichbenannten Theil des zweiten; nach vorn und unten befindet sich ein knorpliger Fortsatz mit einer Gelenkgrube für die untere Abtheilung des ersten, nach hinten und unten eine hervorstehende Gelenkfläche für die gleichbenannte Hälfte des zweiten Visceralbogens. Ausserdem entwickelt dieser Knorpel von seiner äusseren Fläche zwischen den beiden Gelenkgruben einen anfangs mehr häutigen, nach und nach aber knorplig werdenden Fortsatz, welcher sich allmählig aufwärts gegen das Auge erhebt und mit seiner abgerundeten Spitze in der Gegend befestigt, wo die vorderen Stirnfortsätze von der Stirnwand ausgehen. Seine äussere Grenzlinie gleichet der Begrenzung einer Hyperbel; die äussere Fläche ist etwas gewölbt, die innere konkav. Dieser Fortsatz ist für die Entwickelungsgeschichte von Wichtigkeit und er mag daher mit dem besonderen Namen „Orbitalfortsatz“ bezeichnet werden. Gegenwärtig scheint er nur zur Anheftung von Muskeln zu dienen, auf die wir späterhin zurückkommen;

auch kann er den ganzen Knorpel inniger an den Schädel befestigen. Die Benennung dieses so komplizirten Knorpels anlangend wollen wir wiederum vorgreifen und im Einklange mit den höheren Wirbelthieren ihn für den Quadratbeinknorpel erklären. Wir halten uns jetzt schon seiner Lage und Funktion nach dazu berechtigt; die spätere Entwickelung wird es bekräftigen.

§. 21. Von dem zweiten Visceralbogen haben wir die obere, mehr häutige Abtheilung schon genügend besprochen und wir bemerken nur noch, dass dieselbe durch die Ausbildung des Auges und Ohrlabyrinthes sehr beeinträchtigt wird. Die untere dagegen wird durch ein plattes knorpliges Mittelstück mit dem respektiven der anderen Seite verbunden. Dieser letztere platte, längliche Mittelknorpel ist an seinen Seiten ausgeschnitten, um die konvexen Ränder der anstossenden Knorpel aufzunehmen. Vorn ist er nicht ganz genau begrenzt und hinten geht er in eine häutig-knorplige Membran über, welche ähnlich ausgeschnitten, wie er selbst, an den konkaven Seitenrändern die drei knorpligen Kiemenbogen angeheftet hält, und nach hinten mit den noch nicht vereinigten Visceralplatten des Rumpfes durch mehre Fasern in Verbindung steht. Ueber dieser Membran liegt das Herz, unter welchem die *Membrana reuniens inferior* von der Gegend des zweiten Visceralbogens zum Bauche hin verläuft. Wir werden späterhin über die Gegend zwischen dem zweiten Visceralbogen und der Visceralplatte des Rumpfes, wo sich die genannte Membran mit dem Kiemenapparate vorfindet, übersichtlich unsere Beobachtungen mittheilen. Sie gehört streng genommen nicht ganz zu der Visceralröhre des Kopfes und wir ziehen sie nur in unsere Betrachtungen, weil sie an jener gelegen und mit ihr in Verbindung tritt. Zwischen dem länglichen platten Mittelstück des zweiten Visceralbogens und dem vorliegenden unteren Zwischenkiefer häuft sich in der dazwischen verlaufenden Membran etwas später die Bildungsmasse auf und deutet uns die erste Anlage der Zunge an. Daher benennen wir jetzt schon dieses knorplige Mittelstück des zweiten Visceralbogens mit dem Knorpel des Zungenbeinkörpers.

Neben ihm befinden sich nun die Seitentheile anfangs von länglichrunder Form. Sie sind an der nach hinten gehenden Partie des Quadratbeinknorpels gelenkig befestigt. Ihre hinteren und vorderen Ränder verlaufen

konkav, so dass die Extremitäten des Knorpels verbreitert werden. Der untere Rand hat eine konvexe Form und schliesst sich an die anstossenden konkaven Seiten des Mittelstücks fest an. An dem breiteren oberen Ende unterscheidet man die nach vorn liegende Gelenkfläche und einen nach hinten sich ausdehnenden Fortsatz, an welchem der häutige Kiemendeckel befestigt ist. Dieser ist gegenwärtig schon in seinem Verkümmerungsprozesse begriffen und leicht abtrennbar. Ihrer späteren Funktion und ursprünglichen Lage nach sind diese Seitenknorpel für die Suspensoria des Zungenbeinkörpers zu halten.

Vollendung des Kopf-Knorpelskelets der Froschlarve.

§. 22. So weit reicht die erste Periode der Knorpelbildung, in welcher wir die äusseren Kiemen und Saugnäpfchen im gänzlichen Verschwinden begriffen sahen. Die zweite Periode umfasst die vollständige Metamorphose der Verknorpelung. Die Larve lebt nur mit inneren Kiemen und die äussere Kiemenspalte oder zweite Visceralspalte schliesst sich durch Verwachsung der Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes bis auf ein kleines rundliches Loch linker Seits, durch welches dem Wasser der Durchgang gestattet ist.

In dieser Zeit verknorpelt nun das ganze Kopfskelet bis auf die obere noch häutig verbleibende Hirndecke und der Bildungsmasse des Oberkiefers. (Tab. I. Fig. 16.) Die Seitentheile und die Basis der Schädelhöle sind im Allgemeinen unverändert.

An der unteren Fläche der Basis befindet sich ein hinten breiteres nach vorn allmählig spitzer verlaufendes dünnes Knorpelblättchen. Es erinnert seiner Form nach jetzt schon bei seiner Entstehung und späterhin um so mehr an die knöchernen Fläche der Schädelbasis des erwachsenen Individuums. Dennoch steht es seiner Genese nach gleich uranfänglich in keiner Beziehung mit den Gebilden des serösen Blattes und also auch nicht mit dem Wirbelskelet, wie sehr auch das Anliegen an demselben und die Aehnlichkeit der Form mit der knöchernen Schädelbasis zu solcher Annahme uns bewegen möchte. Das Vorhandensein der jetzigen eigentlichen knorpligen Schädelbasis, der geringe und, wenn man nun noch die ursprüngliche Entwickelung berücksichtigt, so merkwürdig lose, ja anfänglich gar nicht existirende Zusammenhang des genannten Knorpelblättchens mit den die Schädelhöle

konstituirenden Bildungen veranlasste mich diese Gegend genauer zu untersuchen. Nachdem ich zu diesem Behufe die Froschlarve auf den Rücken gelegt und die durch einen Durchschnitt in der Mitte getrennten Visceralröhrenwände zur Seite befestigt hatte, konnte ich mich nun deutlich überzeugen, dass dieses Knorpelblättchen unmerklich mit seinen Rändern in die Schleimmembran überging und dass bei einigen Individuen seine Vergrösserung in derselben gewissermaassen zuvor abgezeichnet beobachtet werden konnte. Daher kann man, ohne auch nur im Geringsten die knorplige Schädelhöle zu verletzen, das genannte Blättchen in kontinuirlichem Zusammenhange mit der Schleimhaut herauspräpariren. Aus diesem Grunde finden wir uns berechtigt dasselbe aus der Sphäre der Bildungen des serösen Blattes auszuschliessen und den härteren Gebilden der Schleimhaut zuzutheilen. Es verwandelt sich sehr bald in Knochen, noch ehe irgendwo anders am Kopfe der Verknöcherungsprozess zu bemerken ist. Seine freiliegende Fläche ist platt ohne eine Spur von Zahnbildungen. Wir vermuthen auf Veranlassung ähnlicher Gebilde bei den Tritonen, über deren Endzweck wir leichter bestimmen können, dass auch dieses Knochenblättchen eine Beziehung zur Mundhöle habe.

In Betreff der Gesichtsbildungstheile bemerken wir besonders die beiden Nasenbeinknorpel ausgebildet. So nennen wir nämlich die platten länglichen Knorpel, welche aus den vorderen Stirnfortsätzen sich entwickeln, daher von der Stirne ausgehen, und divergirend nach vorn verlaufen. Ihre vordersten Enden werden etwas breiter, in der Masse dünner, und nehmen die Knorpelplatten des oberen Zwischenkiefers auf. Diese letzteren dehnen sich mehr in die Breite aus, hängen in der Mittellinie mit einander zusammen und formiren so der oberen Mundbegrenzung gemäss einen kleineren Kreisabschnitt. Ihre seitlichen äussersten Enden, welche auf den Meckelschen Knorpeln ruhen, sind durch ein glänzendes Faserband an das vordere Ende des Quadratbeinknorpels befestigt. Zwischen dem mittleren oberen Rande der oberen Zwischenkiefer und den inneren divergirenden Seiten der Nasenbeinknorpel befindet sich eine häutige noch unausgebildete Masse.

Bei den Visceralbogen sind die früher mehr häutigen oberen Abtheilungen gleichfalls schon in den Knorpelzustand übergegangen. Die des ersten

Visceralbogens ist ein flacher, breiter Knorpel, welcher ziemlich fest mit dem Quadratbein verbunden ist. Sein hinterer Rand ist ziemlich scharf abgegrenzt, sein vorderer verläuft mehr häutig in die Bildungsmasse des oberen Kiefers. Die oberen Abtheilungen des zweiten Visceralbogens bilden dünne, unscheinbare Knorpelstückchen, welche vor dem Ohrlabyrinth an der Schädelhöle befestigt sind, und ohne besondere Scheidungsgrenze in die hintere Partie des Quadratbeinknorpels übergehen. Dieser letztere ist im Wesentlichen derselbe geblieben, nur ist seine komplizirte Gestalt stärker ausgeprägt. Der mit ihm in gelenkiger Verbindung stehende Meckelsche Knorpel hat an seinem oberen Ende nach vorn und hinten, über das Gelenkköpfchen sich ausdehnend, Erhabenheiten für die Muskelansätze hervorgebildet. Seine früher längliche gerade Form ist etwas gekrümmt und mit einem vorderen konvexen und hinteren konkaven Rande versehen. Das Suspensorium des Zungenbeinkörpers gleicht einigermaassen in seinen äusseren Umrissen dem vorhingenannten Meckelschen Knorpel; nur ist es im Allgemeinen flacher und grösser. Seine untere Extremität hat sich noch mehr verbreitert; die äussere Fläche erscheint jetzt mehr gewölbt, die innere ausgehölt. Die mittleren Stücke beider Visceralbogen zeigen keine besonderen Veränderungen.

§. 23. Professor Dugès hat in seiner schon öfter erwähnten Schrift das oben beschriebene Knorpelskelet der Rücken- und Visceralplatten des Kopfes mit mehren Abweichungen gleichfalls schon dargestellt. (Parag. II. Chapit. III.) Er theilt seinen *Cartilage cranio-facial* (Fig. 70. 71. 72.) in einen mittleren, unserer knorpligen Schädelhöle entsprechenden Theil, und in zwei Seiten-Partieen, wozu er hauptsächlich unsere oberen Abtheilungen der beiden Visceralbogen rechnet. Zu seinem Schädelknorpel bringt er auch das Labyrinth des Gehörorganes (Felsenbein) und betrachtet es als eine blosse Erweiterung desselben. Nach der Genese und aus den schon angegebenen Gründen müssen wir solche Annahme zurückweisen. Die beiden Nasenbeinknorpel, welche sich aus den vorderen Stirnfortsätzen entwickeln, nennt er *les apophyses ethmoidales.* Indessen haben wir früher bei den höheren Wirbelthieren schon dargethan, wie das Siebbein zu dem im Wirbeltypus sich ausbildenden serösen Blatte keine unmittelbare Beziehung habe. Auch tritt das Siebbein, wenn bei den Froschlarven wirklich ein Analogon vorhanden

wäre, nie so zu Tage, dass es sogar die äussere Nasenöffnung formiren sollte. Der Verfasser lässt es sogar die Oberkieferknorpel tragen (*rostraux supérieurs*), was er doch gegen alle Gesetze der komparativen Anatomie statuirt. Der eigentliche Oberkiefer ist gegenwärtig noch gar nicht individuell ausgebildet und sein *rostraux supérieurs* oder unserer oberer Zwischenkiefer vertritt allein die Stelle der oberen Mundbegrenzung und des Kaugeschäftes.

Die Seitentheile des *cartilage cranio-facial* benennt Dugès mit *lame pterygo-tympanique.* Die Untersuchungen über diesen Knorpel, wozu besonders unser Quadratbeinknorpel gehört, sind ziemlich genau. Nur in den Verbindungen mit der Schädelhöle finden sich mehre Abweichungen, welche sich aber auf die verschiedene Betrachtungsweise die uranfänglichen Theile zurückführen lassen. Er hält seine *lame pterygo-tympanique* für einen zusammenhängenden für sich bestehenden Knorpel, doch widerlegt diese Annahme eine genaue Untersuchung sowohl des gegenwärtigen als späteren Entwickelungszustandes. Es ist zu weitläuftig auf die einzelnen Abweichungen zwischen des Verfassers und meinen Beobachtungen genauer einzugehen; auch muss der fernere Entwickelungsgang lehren, in wiefern die Nomenclatur des Ant. Dugès nicht in Anwendung gebracht werden konnte; nur auf die Verbindung seiner *lame pterygo-tympanique* nach hinten mit dem Ohrlabyrinthe und der Basis des Schädels müssen wir zurückkommen. Der Verfasser erwähnt eines besonderen, kleineren Knorpelstückchens, (*pédicule étroit et court*) welches die *lame pterygo-tympanique* oder eigentlich unseren Quadratbeinknorpel an das Felsenbein festheftet und ausserdem nennt er eine grössere Knorpelpartie, welche ebendenselben mit der Schädelbasis in Verbindung setzt. Diese letztere kann nichts Anderes sein, als unsere, anfangs häutige und etwas später knorplig werdende obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens, obschon die Zeichnung des Verfassers nicht ganz mit der Natur übereinstimmt. Das andere kleine Knorpelstückchen habe ich nie auffinden können, so oft ich auch die Gegend des Felsenbeins untersuchte. Es scheint, als ob der Verfasser durch seine eigne Betrachtungsweise des Ohrlabyrinthes als eines der Schädelbasis entwachsenden Fortsatzes zu der Annahme einer solchen Beobachtung veranlasst worden sei. Wir müssen überhaupt gestehen,

dass gerade in der Gegend des Ohrlabyrinthes des Verfassers Zeichnungen eine grosse Unsicherheit verrathen.

Die Muskeln des Froschlarven-Kopfes.

§. 24. Nach Feststellung des Knorpelgerüstes erlaube ich mir noch einen Blick auf die Muskelpartieen zu werfen. Wir bringen dieselben weniger der Vollständigkeit wegen in Erwähnung, als vielmehr um bei der weiteren Metamorphose zuweilen auf einzelne hinweisen zu können. Professor Dugès hat sämmtliche Muskeln in seiner öfters genannten Schrift gezeichnet; ja, wo nur irgend eine Membran sich dokumentirt, hat derselbe einen Muskel aufzufinden gewusst. Er benennt sie nach den Knorpeln, woran sie sich befestigen. Indessen setzt das eine schon erwiesene Richtigkeit in der angenommenen Bedeutung der Kopfknorpel voraus, was wir bei dem Verfasser in Zweifel zu ziehen uns berechtigt fühlen. Daher halten wir es vorläufig für passender, sie unbenannt hingehen zu lassen und sie nur nach der Funktion zu klassifiziren.

Die Muskeln des Kopfes der Froschlarve theilen sich nach der Möglichkeit einer Bewegung in zwei Hauptpartieen: in diejenigen, welche die Kiefer und in die, welche die Knorpel des Zungenbeinsuspensoriums und dadurch den Kiemendeckel bewegen.

1. Muskeln behufs der Kieferbewegung.

Von den beiden Zwischenkiefern ist bei dem Ergreifen von Nahrungsmitteln vorzugsweise der untere beschäftigt. Derselbe hatte durch seine individuelle Ausbildung eine ganz von dem Visceralbogen abweichende Richtung nach unten und etwas nach hinten erhalten. Er bewegt sich daher vor- und rückwärts, so zwar, dass er bei der ersteren Bewegung unter den oberen Zwischenkiefer hinuntertritt. Die Natur hat übrigens mit Berücksichtigung des künftigen vollkommnern Zustandes, wie wir gesehen, das Gelenk, durch welches der untere Zwischenkiefer zur Bewegung befähigt wird, nicht unmittelbar an ihm selbst angebracht; sondern durch die ins Mittel tretenden Meckelschen Knorpel, welche mit den Quadratbeinknorpeln ziemlich frei eingelenkt sind, wird auch der an denselben so innig festsitzende untere Zwischenkiefer bewegt. Der obere Zwischenkiefer, welcher an der äusseren

Fläche des Meckelschen Knorpels ligamentös befestigt und durch ein weissglänzendes Band mit dem vorderen Theile des Quadratbeinknorpels verbunden ist, hat nur eine sehr beschränkte nach vorwärts über den unteren Zwischenkiefer hinweggehende Bewegung.

Den Meckelschen Knorpel und dadurch den unteren Zwischenkiefer ziehen nach vorn:

a. Ein ziemlich grosser Muskel, dessen Fasern dicht vor dem Ohrlabyrinth von der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens und vorzüglich von der ausgehölten inneren Fläche des Quadratbeinknorpels und dessen Orbitalfortsatzes entspringen und sich längs dem vorderen Rande des Meckelschen Knorpels befestigen. Eine kleine Partie desselben setzt sich auch etwas nach aussen an die innere untere Fläche des oberen Zwischenkiefers. Der ganze Muskel hat mithin einen doppelten Zweck, bei der Zuschliessung der Mundöffnung, indem während der Vorwärtsbewegung des Meckelschen Knorpels und des unteren Zwischenkiefers zugleich der obere hinabgezogen wird. Auch ist zu erwähnen, dass der Meckelsche Knorpel bei der Bewegung nach vorn gleichzeitig etwas nach aussen bewegt wird, dass dadurch der biegsame untere Zwischenkieferbogen etwas erweitert und so beim Ergreifen ein dem oberen Zwischenkiefer mehr gleicher Kreisabschnitt formirt wird.

Diesen letzteren Akt unterstützt:

b. Ein kleiner unbedeutender Muskel, welcher eben nur unter der Funktion des unter a. angeführten und dadurch erfolgten passenden Fixirung des Meckelschen Knorpels wirken kann. Er kommt von dem mittleren Theil des hintern Randes vom Meckelschen Knorpel und setzt sich an den äusseren Rand des entsprechenden unteren Kieferstücks, gleichfalls ungefähr in der Mitte.

Den Meckelschen Knorpel ziehen nach hinten und verengen zugleich die Mundspalte:

c. Eine Muskelpartie, welche von dem unteren Theile der äusseren Fläche des Orbitalfortsatzes und auch des Quadratbeinknorpels entspringt und sich an den nach hinten gehenden Gelenkfortsatz des Meckelschen Knorpel ansetzt.

d. Ein nicht unbedeutender Muskel, der von der äusseren Fläche der oberen Extremität des Meckelschen Knorpels nach innen und hinten gegen die Mittellinie der Larve verläuft, und sich daselbst unter dem vorderen Ende des Zungenbeinkörpers mit dem respectiven der anderen Seite vereinigt.

e. Ein unter dem vorigen verlaufender Muskel, welcher von der knorpligen Platte zwischen den Kiemenbogen entspringt und vorwärts gehend sich an die äussere Fläche des unteren Zwischenkiefers dicht neben der Mittellinie befestigt.

Bei den Rückwärtsbewegungen der Meckelschen Knorpel werden seine unteren Extremitäten etwas genähert und der daran geheftete untere Zwischenkieferbogen gleichzeitig etwas verengert.

Die beschränkte Bewegung des oberen Zwischenkiefers geschieht unter Einwirkung des bei a. angegebenen Muskels.

2. Die Muskeln zur Bewegung des Kiemendeckels:

f. Ein ziemlich derber, schon sehr früh angedeuteter Muskel, welcher von der äusseren, mehr nach oben gelegenen Fläche des Orbitalfortsatzes vom Quadratbeinknorpel entspringt, und sich nach unten, innen und etwas nach hinten an die äussere Fläche des nach hinten abgehenden Fortsatzes vom Knorpel des Zungenbein-Suspensoriums befestigt. Der daran sitzende Kiemendeckel wird dadurch gehoben, und die äussere Kiemenspalte geöffnet.

g. Der Antagonist des vorigen kommt mit seinen Fasern von dem hintern ausgehölten Rande des Suspensoriums und vereinigt sie in der Mittellinie mit den entsprechenden der andern Seite gleich hinter dem Knorpel des Zungenbeinkörpers. Er drückt den Kiemendeckel wieder nieder und verschliesst so die äussere Kiemenspalte.

B. Entwickelungsmetamorphosen des Kopfknorpelsystems zum Aufbau des Knochengerüstes.

Grundlegung des Kopf-Knorpelskelets des entwickelten Frosches.

§. 25. Die Bildung des Knorpelskelets, inwieweit dadurch die Individualität der Froschlarve festgestellt wurde, war der Gegenstand des vorigen

Abschnittes. Wir bemerkten damals, dass die Natur noch eine fernere Reihe von Veränderungen des Knorpelsystems vornehmen müsse, ehe sie das Knochengerüst des ausgebildeten Frosches aufbauen könne; und dieses betrifft unsere jetzige Darstellung. In denjenigen Gegenden des Kopfes, wo eine weitere Metamorphose nicht mehr nöthig wird, sehen wir auch in dieser Periode schon Knochenstücke entstehen.

Je mehr der Kopf einer Froschlarve von dem eines ausgebildeten Thieres abweicht, je verschiedenartiger sich das Wasserthier von dem darstellt, welches denn wirklich den Namen „Amphibium“ verdient; um so interessanter und spannender ist die Untersuchung, wie die Natur die Kontraste beider Thierformen vereinigt und die so räthselhaften Abweichungen in einander übergehen lässt. Sie giebt uns auch an anderen Gegenständen Beweise von dem wichtigen Gesetze, wie die grössten Veränderungen nur nach und nach herbei zu führen sind; selten aber so augenscheinlich, als in der Umwandlung der Froschlarve zum ausgebildeten Thiere selbst. Mich wundert daher, dass die Naturforscher gerade hier, wo so vieles Aeusserliche zur Untersuchung einladet, ihren Beobachtungsgeist noch nicht in Anwendung gebracht haben. Nur Ant. Dugès hat einige Momente gesehen und auch hervorgehoben; der allgemeine Ueberblick aber ist ihm um so mehr entgangen, als er die früheren Formen zu sehr vernachlässigt und oft misgedeutet hat. Auf Einzelnes von ihm werden wir an geeigneter Stelle zurückkommen.

Das beiden Knorpelskeleten, dem der Larve und des ausgebildeten Frosches, Gemeinsame und Beherrschende ist der Wirbeltypus im Allgemeinen d. h. zwei über einander liegende Röhren, eine obere für die Zentraltheile des Nervensystems und eine untere für die Viscera. Auch ist einleuchtend und aus der Vergleichung beider Skelete leicht ersichtlich, dass das ersterzeugte weniger Veränderungen von der ursprünglichen Röhrenform erfahren haben musste, als das aus demselben sich herausbildende Knorpelsystem des entwickelten Thieres; die Hauptmetamorphosen fallen in den Bereich der unteren oder Visceralröhre.

Die äussere Ansicht eines sich verwandelnden Froschlarven-Kopfes.

§. 26. Die äusserlichen Veränderungen des ganzen Thieres machen uns schon auf die vor sich gehenden inneren Skeletverwandlungen, welche

namentlich den Kopf betreffen, aufmerksam. Diese sind vorzüglich die Ausbildung der Extremitäten, die höchst merkwürdige Verkümmerung des Schwanzendes, und das allmählige Hinschwinden der schwarzen Umhüllungshaut, als ein dem Larvenzustande zugehörendes Gebilde. Es wird diese letztere nicht wie die Puppenhülle der Insekten abgeworfen, sondern sie verkümmert am lebendigen Leibe. Daher sehen wir die aus ihr entwickelten, braun gefärbten Hornplatten der Kiefer allmählig kleiner werden und endlich ganz verschwinden, während die von ihr bedeckten vorderen Extremitäten sich allmählig hervordrängen. Es ist in dem Momente, wann die Hornplatten nicht mehr sichtbar sind, keineswegs der Frosch ausgebildet, sondern wir betrachten ihn vielmehr als einen Entwickelungszustand, welcher am besten den Wendepunkt der Froschlarve zum ausgebildeten Thiere andeutet. Daher ich an einem solchen Individuum am liebsten den Leser in den Metamorphosengang einführen möchte. (Siehe Tab. I. Fig. 18.).

§. 27. Das Aeussere des Kopfes einer solchen Froschlarve erinnert noch lebhaft an seine frühere Form, so dass man kaum im Stande sein wird die weiteren Vorgänge vorauszuahnen. Am auffallendsten erscheint uns die Mundöffnung, welche vorhin von hornigen Platten umschlossen gehalten wurde. Sämmtliche Rückwärtszieher des unteren Zwischenkiefers nämlich sind aufgesogen und der früher mehr nach hinten und unten verlaufende spitze Bogen desselben, ist nach vorn hervorgetreten und in einen flacheren verwandelt. Dadurch erscheint er etwas vergrössert und mit ihm auch die Mundöffnung. Diese letztere ist übrigens in Wirklichkeit jetzt schon dadurch erweitert, dass die knorpligen Lamellen des oberen Zwischenkiefers bei dem Hinschwinden der Hornplatten an ihrer vorderen Grenze gleichfalls etwas verkümmern, ihre Verbindung mit den Meckelschen Knorpeln aufgeben und so der untere Theil der letzteren frei zu Tage liegt, um den unteren Mundhölenrand an den äussersten Seiten nach vorn zu begrenzen. Mit dem Zurücktritt des oberen jetzt an der vorderen Grenze mehr abgerundeten Zwischenkiefers in seine ursprüngliche Lage hat auch die Bildungsmasse des oberen Kiefers freien Entwickelungsraum erhalten und trägt jetzt schon mit einer kleinen Abtheilung zur oberen Mundbegrenzung bei. Ausser den Rückwärtsziehern des unteren Zwischenkiefers und des Meckelschen Knorpels sind

auch die beiden Muskel, welche der Bewegung des Kiemendeckels dienten, zum grösten Theile verkümmert. Es hat sich allein erhalten jener bedeutende Muskel, welcher die Vorwärtsbewegung des unteren Kiefers bewerkstelligte und an der inneren Fläche vornehmlich des Orbitalfortsatzes entsprang, während dessen äussere jetzt frei zu Tage liegt. Jene kleine Partie von dem Vorwärtszieher des Meckelschen Knorpels, welche den oberen Zwischenkiefer niederzog, ist bei der Verkümmerung des vorderen Randes und dem Zurücktritt desselben in seine anfängliche Lage gleichfalls hingeschwunden.

§. 28. Es erregen nun noch drei weisse Bildungsstreifen unsere Aufmerksamkeit. Wir beobachteten sie bei ihrer ersten Entstehung durch Anhäufung einer etwas härtlichen Bildungssubstanz, und gegenwärtig bieten sie eine schon etwas knöcherne Konsistenz dar, ohne dass ich einen vorangegangenen bemerkbaren Knorpel auffinden konnte. Der eine zieht sich an dem vorderen Rande des Quadratbeinknorpels und dessen Orbitalfortsatzes entlang, ein zweiter längs dem hinteren oder jetzt mehr unteren Rande des Meckelschen Knorpels; und endlich der dritte, welcher sich da bildet, wo wir die mehr unthätige Bildungsmasse des Oberkiefers markirten.

Man muss sich hüten diesen letzteren Bildungsstreifen als aus jenem weiss glänzenden Ligamente entstanden anzunehmen, wodurch die seitlichen Enden des früheren so ausgedehnten oberen Zwischenkiefers an den vorderen Theil des Quadratbeinknorpels befestigt wurden. Die Lage beider ist allerdings ähnlich. Indessen sieht man das Ligament bei dem Zurücktreten des oberen Zwischenkiefers im Verkümmerungsprozesse begriffen, während zu gleicher Zeit der Bildungsstreifen des Oberkiefers in der Entwickelung vorhanden ist. Auch liegt der genannte Oberkieferstreifen selbst gegenwärtig noch mehr zwischen dem Intermaxillarkiefer und dem Quadratbeinknorpel, als dass er diese beiden Theile befestigend verbände.

Dieser letztere weisse Streifen, sowie der an dem Meckelschen Knorpel sind uns nicht neu. Wir sahen dieselben ganz auf gleiche Weise bei den Vögeln entstehen und sich zu dem Ober- und Unterkiefer entwickeln. Bei den Säugethieren ist die Ausbildung derselben im Grunde gleichfalls ganz ähnlich; es verhindern nur die aufliegenden Weichgebilde ihre Erkenntniss ohne Präparation von aussen. Der dritte Bildungsstreifen an dem Quadratbeinknorpel

6*

ist in der Art, wie er sich bei den Fröschen präsentirt, ungewöhnlich. Daher suspendiren wir unser Urtheil vorläufig und wollen zuerst seine Entwickelung verfolgen.

Die Schädelhöle.

§. 29. Das Skelet *) selbst nun offenbart sich folgender Gestalt. An der Schädelhöle treffen wir die obere, membranöse Gehirndecke, (ob das Ueberbleibsel der Rathkeschen *Membrana reuniens superior?*) ohne deutliche Knorpelbildung in einzelne Stücke verknöchert. Es sind entstanden zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine und die hinterste kleinste Platte, die Schuppe des Hinterhauptsbeines. Diese fünf Knochenblättchen sind gegenwärtig noch häutig unter sich vereinigt. Wir sehen hiemit dass die Metamorphose an der besagten Stelle grösstentheils als beendigt zu betrachten ist. Die Basis so wie die Seitentheile des Schädels sind ohne wesentliche Veränderungen knorplig verblieben. Auch bemerkt man gegenwärtig noch keine Spur einer wirklichen Abtrennung in Wirbelstücke an dieser durch die Schädelbasis und den Seitentheilen formirten knorpligen Rinne. Vielmehr ist sie ganz kontinuirlich, wie auch bei den höheren Wirbelthieren während der Chondrose, und die ungefähren Wirbelabzeichnungen müssen mit Hilfe des Ohrlabyrinthes, des Auges und zum Theil der Visceralbogen selbst bestimmt werden. Ihnen entsprechen dann auch die Abgrenzungen, welche an der unteren Fläche der Schädelbasis durch das Durchschimmern der Hirnabtheilungen entstehen. Nimmt man das Hirn heraus, so sind es die zurückgebliebenen Hüllen der Gehirn-Abtheilungen, welche uns, wie schon früher, so auch jetzt am augenscheinlichsten die Wirbel andeuten. Bei den höheren Wirbelthieren treten durch andere Verhältnisse noch andere Hilfsmittel hinzu. An der unteren Fläche der Schädelbasis finden wir um diese Zeit das genannte Knorpelblättchen der Schleimhaut in der Kopf-Visceralhöle knöchern geworden, doch in keiner Verbindung mit dem Schädel, sondern lose anliegend und im Allgemeinen an dem Wachsthume der Larve nicht theilnehmend.

Das Ohrlabyrinth besteht gleichfalls noch aus derselben harten knorpligen Masse, ist jedoch fester mit dem Schädel verwachsen, und ohne Gewalt und Zerrüttung der Seitentheile des letzteren konnten wir dasselbe nicht

*) Fig. 19 und 20. Tab. I.

mehr freilegen. An seinem äusseren Rande hat sich ein elliptisch geformtes Knorpelblättchen von der umliegenden Masse gelöset und steht mit derselben an seiner Peripherie nur häutig im Zusammenhange. Nach seiner Hinwegnahme wird uns durch das ovale Fenster der Eingang zum Labyrinthe des Gehörorganes freigemacht. Dieses Knorpelstückchen stellt das Gehörknöchelchen des *Bufo igneus* dar. Seiner Genese zu Folge kann es mit den Gehörknöchelchen der höheren Wirbelthiere nicht verglichen werden. Es ist ein kleiner Knorpel, welcher wohl einen Zusammenhang mit dem serösen Blatte haben mag, der aber zum Wirbeltypus nicht in solcher Beziehung steht, wie der Steigbügel und die Kolumella der höheren Wirbelthiere, welche sich aus dem zweiten Visceralbogen herausbilden.

Dieses elliptische Knorpelstückchen ist durchaus nicht so klein, dass uns seine Entstehung aus den Visceralbogen hätte entgehen können. Viele kleinere und schwierige Objekte haben wir in der Entwickelung beobachten müssen und sind darauf aufmerksam gewesen, wann wir auch von ihnen Nichts vorausahnten. Es liegt doch auch bei dem *Bufo igneus*, von dessen Metamorphose wir jetzt insbesondere sprechen, der zweite Visceralbogen ziemlich nahe bei dem Ohrlabyrinthe; ja wir sind sogar bemüht gewesen eine Analogie in den Gebilden mit den höheren Wirbelthieren aufzufinden; dennoch waren unsere Bemühungen vergeblich und wir sehen vielmehr auf andere Weise einen ähnlichen Zweck erreicht. Wir wollen nicht in Abrede stellen, dass bei anderen Froscharten der Visceralbogen auch Hilfsleistungen übernehmen könne, wir sind sogar davon überzeugt; doch scheint mir die abweichende Bildungsart des wesentlichsten Gehörknöchelchens bei den niederen Wirbelthieren überhaupt um so weniger auffallend, als ihr Ohrlabyrinth bei dem Mangel einer Gesichtskopfbeuge und des äusseren Gehörganges mit seinen Entwickelungen durchaus in ein ganz anderes Verhältniss zu dem Kopfskelet gestellt ist als bei den höheren Wirbelthieren.

Das Gesicht.

§. 30. Vor den Stirnbeinen an Stelle der früheren Nasenbeinknorpel befinden sich jetzt zwei knöcherne dreieckige Plättchen, die Nasenbeine selbst. Sie sitzen mit einer breiteren Basis an der Stirnwand und ihre Spitze biegt sich etwas nach aussen gegen die Bildungsmasse der hier sich mit den

oberen Zwischenkiefern vereinigenden Oberkiefer. Dadurch wird die innere Seite konvex, die äussere konkav gekrümmt und an der letzteren liegt die Nasenöffnung.

Ant. Dugès lässt die Nasenbeine (*le fronto-nasal*) aus einer kleinen Schuppe entstehen, welche sich auf dem angrenzenden *Cartilage cranio-facial* befinden soll, während seine *l'apophyse ethmoidale* in sein knorpliges und knöchernes *l'ethmoide* nach seiner Aussage übergehen. Was von diesem *l'ethmoide* zu halten ist, darauf werden wir später zurückkommen. Nach meiner Ueberzeugung ist es aber gar nicht möglich, dass Herr Professor Dugès die Metamorphose der genannten Theile von der Froschlarve zum entwickelten Thier genau verfolgt haben kann. Die kleine Schuppe, aus welcher sich der *fronto-nasal* entwickeln soll, ist wahrscheinlicherweise nichts Anderes, als ein Knochenplättchen, das bei der Verknöcherung der Stirn- und Nasenbeine da, wo sämmtliche vier Stücke in der Mitte zusammenkommen, sich herausbildet und von den Anatomen für das *os ethmoideum* gehalten wird. Es hat indessen auch in späterer Zeit durchaus nicht mehr Gemeinschaft mit dem Labyrinth des Geruchorgans, ja noch weniger, als die Nasenbeine und entwickelt sich gerade an der Stelle, wo wir in sehr früher Zeit (siehe S. 10. 11.) zwischen der Stirnwand und den vorderen Stirnfortsätzen in der Mitte eine rundliche weisse Bildungsmasse entstehen und bald darauf unseren Blicken sich gänzlich entziehen sahen. Es ist demnach der Genese zu Folge vielmehr ein Supplement der Stirn- und Nasenbeine als ein wesentliches den Wirbeltypus bestimmendes Stück. Es duldet weder einen Vergleich mit der *lamina cribrosa* und der *parpyracea* des menschlichen Siebbeins, noch mit den Nasenbeinen der höheren Wirbelthiere.

§. 31. Um sich den Zusammenhang der vorderen Stirnfortsätze mit den Nasenbeinknorpeln und den Nasenbeinen selbst zu versinnlichen, muss man die Individualitäten der Larve und des entwickelten Frosches fest im Auge behalten. Bei der ersteren hat die Natur ausser der Bildung des Nasenkanals noch den besonderen Zweck den knorpligen oberen Zwischenkiefer als alleinige obere Mundbegrenzung und als alleiniges oberes Kauwerkzeug zu stützen. Daher die Nasenbeinknorpel sich ziemlich weit nach vorn verlängern und an ihrer Spitze sich erweitern, um den bis zum Meckelschen

Knorpel sich ausdehnenden oberen Zwischenkiefer zu tragen; der äussere Rand war zur Formirung der Nasenöffnung ausgehölt, wie auch späterhin im knöchernen Zustande. Bei dem Auftreten des oberen Kiefers in seine Funktionen und dem Zurückweichen des oberen Zwischenkiefers in seine ursprüngliche Lage, indem die vorderen und Seiten-Partieen zum Theil aufgesogen werden; verkümmern auch die breiten vorderen Extremitäten der Nasenbeinknorpel besonders an den inneren Rändern, lassen so einen Raum für die neue Ausbildung des nun wirklichen oberen Zwischenkiefers des Frosches übrig, und der zurückgebliebene Nasenbeinknorpel verwandelt sich unmittelbar in das Knochenplättchen von der genannten Form.

Vor den Nasenbeinen liegen nun die in einer neuen Metamorphose begriffenen Knorpel der oberen Zwischenkiefer. Sie haben zusammen gegenwärtig eine dreieckige Form, deren Spitze nach hinten an die knorplige Gesichtsbasis grenzt. Die gemeinschaftliche Grundfläche ist gegen die Mundöffnung gekehrt, um mit abgerundetem Rande deren mittlere oberste Abtheilung zu bilden. Seitlich liegen die Bildungsmassen der Oberkiefer mit den darin sich zeigenden weisslichen Streifen, die Anlagen der Oberkieferbeine. Diese dreieckige Knorpelfläche entspricht der Form und Lage nach ganz den künftigen horizontalen Theilen der knöchernen oberen Zwischenkiefer. Sein vorderer Rand geht häutig nach oben in die Membran über, welche zwischen den Nasenbeinen zurückgeblieben, und es zeigt sich jetzt darin noch keine Spur einer Bildung, welche uns die perpendikulären Theile der knöchernen oberen Zwischenkiefer andeuten.

Die Visceralhöle.

§. 32. Werfen wir nun einen Blick auf die Verwandlungen der Visceralbogen. Die obere Abtheilung des ersten bildete in der letzten Periode einen flachen, formlosen Knorpel, welcher nach vorn häutig in die Bildungsmasse des Oberkiefers verlief. Jetzt, wo letztere sich zu individualisiren angefangen, geht auch ersterer, zum grössten Theile der Grund und Boden, von welchem der Oberkiefer aufwuchs, in neue Veränderungen ein. Er ist etwas verlängert, von bestimmterer länglich-abgerundeter Form, und hat in seiner Mitte einen weisslichen Querstreifen, die Andeutung von einer beginnenden Trennung in zwei Stücke, welche gegenwärtig in einem sehr stumpfen nach

vorn geneigten Winkel an einander liegen. Das obere Stück von ihnen stöst mit seinem vorderen Rande an die innere Nasenhölen-Oeffnung, das untere hängt noch besonders mit der allgemeinen Bildungsmasse des Oberkiefers zusammen.

Der auf ihm folgende Quadratbeinknorpel hat gleichfalls merklich eine andere Form angenommen und hängt vorzugsweise nach unten mit den Bildungsstreifen des Oberkieferbeines zusammen. Auffallend ist die Veränderung des Orbitalfortsatzes. Seine abgerundete Spitze heftete sich früher an die Stirnwand, wo sie mit dem Nasenbeinknorpel in Verbindung stand. Jetzt ist die nach vorn sich hinneigende Partie verkümmert und die Spitze kommt so allmählig unter dem Auge zu liegen, indem auch zugleich der ganze Fortsatz sich mehr nach hinten entwickelt. Dadurch wird zwar seine Höhe verkleinert, sein vorderer Rand aber um Vieles verlängert, und, während auf seiner äusseren Fläche die Muskeln hingeschwunden, hat sich an demselben jener Bildungsstreifen gezeigt, welcher jetzt schon einige knöcherne Konsistenz besitzt und vorläufig noch unbenannt hingehen mag. Das Streben dieses Fortsatzes nach hinten sich auszudehnen, wird vorzüglich dadurch noch begünstigt, dass der ganze Quadratbeinknorpel wegen der Verkümmerung von hinter ihm liegenden Theilen des zweiten Visceralbogens wirklich um Einiges nach hinten gerückt ist. Dieses ist auch der Grund, warum die beiden sich trennenden Stücke der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens unter einem nach vorn geneigten sehr flachen Winkel gegen einander zu liegen kommen.

Der unter dem Quadratbein befindliche Meckelsche Knorpel erscheint etwas verlängert und hat seine Krümmung wieder ins Gleiche gebracht. Durch das Uebergewicht der Vorwärtszieher so wie hauptsächlich durch das Zurückweichen des Quadratbeines hat er und der sogenannte untere Zwischenkiefer eine mehr horizontale Lage erhalten. An seiner unteren äusseren Fläche sehen wir die Anlage des Unterkiefers allmählig entstehen und jetzt schon im knöchernen Zustande vorhanden. Das Nöthige über den unteren Zwischenkiefer haben wir schon vorhin beigebracht.

§. 33. Am zweiten Visceralbogen ist die an sich schon kümmerliche obere Abtheilung beinahe ganz aufgesogen. Seine Verbindung mit dem Schädel

ist nicht mehr vorhanden und es befindet sich als Ueberbleibsel nur noch ein kleines unförmliches Knorpelstückchen, der losgetrennte Verbindungstheil mit dem Quadratbeinknorpel, zwischen letzterem und dem Ohrlabyrinth. Dadurch wurde wiederum dem Quadratbein die Annäherung zum Gehörorgan erleichtert, was, wie wir sehen werden, für das entwickelte Thier ein nothwendiges Erforderniss ist.

Der Knorpel des Zungenbein-Suspensoriums hat an seiner unteren Extremität, welche den Körper des Zungenbeines und die daranstossende, den Kiemenapparat stützende Knorpelplatte trägt, noch ganz dasselbe Verhalten. Die obere Extremität dagegen erscheint sehr reduzirt. Sein nach hinten gehender Fortsatz ist mit dem Hinschwinden des Kiemendeckels und seiner Muskeln gleichfalls verkümmert, und die daranstossende Gelenkfläche ist in eine häutige Masse verwandelt, welche den Quadratbeinknorpel und das Ueberbleibsel von der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens mit dem Suspensorium in Verbindung erhält.

Der Knorpel des Zungenbeinkörpers mit seinem Kiemenbogenträger ist im Wesentlichen unverändert. Zwischen ihm und dem Mittelstück des ersten Visceralbogens bildet sich hier bei dem Frosche ganz so wie bei den höheren Wirbelthieren die Zunge. Sie zeigt sich anfangs nur als eine unbedeutende Anhäufung von Bildungsmasse. Nach und nach nimmt dieselbe an Grösse zu, doch so, dass sich das Blastema nicht wie bei den höheren Wirbelthieren nach vorn sondern nach hinten hinneigend erweitert. Daher hat es den Anschein, als ob die Froschzunge vorn angewachsen wäre.

Vollendung des Kopfknorpelsystems des entwickelten Frosches.

Die eigentliche Metamorphose der Larve zum ausgebildeten Thiere.

§. 34. Die Froschlarve in dem eben geschilderten Zustande ist ein merkwürdiges Zwittergebilde, in welchem die eigne Individualität untergegangen und dennoch das entwickelte Thier noch lange nicht vorhanden ist. Lassen sich gleich die analogen Bestandtheile eines ausgebildeten Individuums herausfinden, so mangelt es doch gänzlich an einer Funktion der knöchernen Kieferapparate oder ähnlicher Gebilde, nachdem die braunen hornigen Lamellen abgeworfen sind. In Uebereinstimmung mit der dadurch hervorge-

rufenen mangelhaften Ernährung von aussen *) sehen wir daher die so merkwürdigen Verkümmerungsprozesse: das Hinschwinden des Schwanzes, des Kiemenapparates etc., durch deren Aufsaugung das Leben zum Theil unterhalten werden mag. Neubildungen am Kopfe treffen wir jetzt weniger an, als vielmehr reine Form- und Ortsveränderungen neben den genannten Verkümmerungen.

Am Kopfe haben wir sogar sämmtliche Bildungsbestandtheile, welche wir der Genese zufolge erwarten konnten. Diejenige Röhre, welche aus den Rückenplatten für die Zentralnerventheile entsteht, ist sammt ihren Gesichtsentwickelungen schon so individuell ausgebildet, dass dem unbefangenen Beobachter bei Berücksichtigung der, durch den totalen Verknöcherungsprozess entstehenden, für den Typus unwesentlichen Ergänzungen es gar nicht schwer werden kann, die Identitäten mit dem erwachsenen Frosche herauszufinden.

Anders ist es mit den Knorpeln der Visceralröhre und namentlich des ersten Visceralbogens mit seinem Oberkiefer. Wollen wir dieselben mit dem Knochensystem des entwickelten Thieres vergleichen, so liessen sich zwar die einzelnen Stücke herausfinden, dennoch ist die Lage derselben so abweichend, dass man eher Vermuthungen als eine richtige Ansicht aufstellen kann. Vorzüglich sind es zwei Knochen, das Flügel- und Gaumenbein, welche, wenn auch nicht ein ganz gleiches so doch ein ähnliches Verhalten im entwickelten Frosche mit den der höheren Wirbelthiere offenbaren, und dennoch ist es im gegenwärtigen Larvenzustande nicht möglich diese Aehnlichkeit herauszufinden. Diese Verschiedenheit beruht aber eben darauf, dass der erste Visceralbogen bei den niederen Wirbelthieren ursprünglich einen ganz anderen, einen geraden Verlauf hat, welchen wir mit sehr geringen, beim Verfolg der Entwickelung leicht zu erklärenden Abweichungen auch gegenwärtig in den Knorpeln wiedererkennen. Aus diesen Betrachtungen mögen wir wohl vermuthen, dass die beiden Stücke der über dem Quadratbein gelegenen Abtheilung des ersten Visceralbogens sich noch besonders für den entwickelten Frosch zum *Os palatinum* und *pterygoideum* verändern müssen. Dieses geschieht denn nun auch in der That. Freilich nicht auf

---

*) Wir erinnern, dass in diese Zeit auch die merkwürdige Metamorphose des Darmkanals fällt.

die Weise, wie Herr Professor Dugès angiebt, dass nämlich seine *lame ptérygo-tympanique* sich der Länge nach in zwei Theile spalte, wovon der innere zum *os ptrygoideum*, der äussere hauptsächlich für das *os tympanicum* nach Cuvier oder sein *temporo-mastoïdien* *) und anderen Partieen sich entwickeln. Diese Beobachtung bestätigt sich so wenig in der Natur und meine Untersuchungen weichen so sehr von den Angaben des Ant. Dugès ab, dass ich auf dessen Folgerungen und seiner angeblichen ferneren Metamorphose der Froschlarve unmöglich Rücksicht nehmen kann.

§. 35. Um den einfachen und natürlichen Vorgang der bezeichneten Metamorphose in einem Bilde übersichtlich darzustellen, denke man sich den Quadratbeinknorpel mit Allem, was darum und daran hangt, so weit nach hinten gezogen, dass man denselben an den Ohrlabyrinth-Knorpel befestigen könnte.

Man beobachtet von dieser Veränderung an dem Aeusseren der Larve ohne Präparation Nichts mehr, als dass die Mundspalte sich nach hinten so auffallend erweitert. Im Inneren heben wir zuerst hervor, dass der Orbitalfortsatz des Quadratbeinknorpels das schon angedeutete Bestreben, den Ohrlabyrinth-Knorpel zu erreichen, realisirt und an dem oberen Rande desselben sich befestigt. Ihm nach folgt der eigentliche Körper des Quadratbeines, und sein Zurückweichen wird begünstigt durch das gänzliche Verschwinden der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens sammt seinem Verbindungsstücke mit dem ersten und der hinter liegenden Kiemenbogen. Nun liegt der Körper des Quadratbeinknorpels an der äusseren Fläche des Ohrlabyrinthes und verkümmert an seiner hinteren Partie so weit, dass das Gelenkstück für das Suspensorium des Zungenbeinkörpers verloren geht und letzteres sich häutig an den Knorpel des Gehörorgans anheftet. Es bleibt nun noch von seiner Basis ein Theil zurück, welcher zwischen dem Meckelschen und demjenigen länglichen Knorpel von der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens, aus welchem das *os pterygoideum* gebildet werden soll, sich gelagert hat. Festsitzend mit der Spitze des Orbitalfortsatzes an dem oberen Rande des

*) Die Worte des Ant. Dugès sind pag. 90. §. IV: *La portion tympanique se sépare de plus en plus de la ptérygoidienne, comme si la lame ptérygo-tympanique se partageait en deux portions sur sa longueur etc.*, und pag. 93. §. V. *Les lames ptérygo-tympaniques se fendent longitudinalement d'avant en arrière; etc.*

Ohrlabyrinthknorpels zieht sich das übriggebliebene Stück von dem eigentlichen Kern des Quadratbeinknorpels noch weiter zurück, bis es die Lage erhält, in welcher wir es beim ausgebildeten Frosche sehen.

Seinem Zurückweichen akkomodiren sich die mit ihm zusammenhangenden Theile. Es verlängert sich das über ihm gelegene Knorpelstück des *os pterygoideum* so zwar, dass die zwischen dem letzteren und dem Schädel befindliche Knorpel-Anlage des *os palatinum* ohne besondere Vergrösserung in seiner Lage verbleibt und der Flügelbein-Knorpel unter einem schon erwähnten Winkel von ihm abgeht, welcher aus einem sehr stumpfen nach und nach bei der Rückwärtsbewegung sich in einen rechten verwandelt. An das Ohrlabyrinth angelangt verbindet er sich alsdann noch mit demselben durch einen nach innen gehenden häutig-knorpligen Fortsatz.

Mit ihm zugleich erweitert sich nach hinten der eigentlich äusserlich und vor ihm gelegene knöcherne Oberkieferstreifen, welcher von dem oberen Zwischenkiefer bis an das Quadratbein reicht. Aus dem erwähnten Entwickelungsvorgange ist es nun leicht ersichtlich, dass der Flügelbeinknorpel und der Oberkiefer theilweise zusammentreten und insgesammt statt des Quadratbeinknorpels jetzt die Bildung der Seitenwand des Auges übernehmen.

An den knöchernen Bildungsstreifen des Oberkiefers und des noch unbenannten länglichen Knöchelchens, welches sich an dem vorderen Rande des Orbitalfortsatzes und des Quadratbeinknorpels vorfindet, kann man, wenn nach dem Abstreifen der sie bedeckenden Häuten dieselben als weissliche Körper zum Vorschein kommen, gleichfalls augenscheinlich das Zurückweichen der genannten Theile wahrnehmen. Beide Streifen, welche sich beinahe ganz berühren, bilden nämlich anfangs einen ganz stumpfen Winkel. Nun befestigt sich die nach hinten wachsende Spitze des Orbitalfortsatzes sehr bald an den Ohrlabyrinthknorpel und die Basis des knorpligen Quadratbeines bewegt sich rückwärts gleichsam um diesen fixen Punkt mit allen den anhangenden Theilen noch über das Ohrlabyrinth hinweg. Auf diese Weise sehen wir allmählig den genannten stumpfen Winkel in einen ziemlich spitzen sich verwandeln.

Endlich folgt noch diesem Zurückweichen des Quadratbeinknorpels die untere Abtheilung des ersten Visceralbogens, der Meckelsche Knorpel mit seinem sogenannten Zwischenkiefer, wie man dieses ohne alle Präparation selbst

an den im Wasser schwimmenden Larven beobachten kann. Der Zwischenkiefer giebt nach und nach seine für den Larvenzustand bestimmte individuelle Ausbildung gänzlich auf und macht allmählig mit den Meckelschen Knorpeln einen einfachen Bogen, wie bei den höheren Wirbelthieren, obschon die ehemalige Trennungslinie noch immer etwas sichtbar bleibt. Wenn man jetzt so diesen Bogen ansieht, so bestätigt sich, was wir vorhin bemerkten, dass der sogenannte untere Zwischenkiefer eigentlich nicht dem Zwischenkiefer der höheren Wirbelthiere zu vergleichen, sondern für das abgelösete keilförmige Schlussstück des Meckelschen Knorpels zu halten ist. Der eigentliche Meckelsche Knorpel mit dem knöchernen Unterkieferstreifen vergrössert sich in dem Maasse, als der Quadratbeinknorpel zurückgeht.

§. 36. Auf dem beschriebenen ebenso merkwürdigen als ganz eigenthümlichen Wege gelangt der entwickelte Frosch zu dem Besitze eines ersten Visceralbogens, welcher uranfänglich ganz abweichend, jetzt in seiner Form und in der Lage dem der höheren Wirbelthier-Abtheilung im Allgemeinen ähnlich ist. Er wird zu einem Thiere, welches mit der oberen für das Centralnervensystem bestimmten Röhre den niederen Wirbelthieren angehört, das aber seiner ihm eigenthümlichen Larven-Metamorphose einen Zustand verdankt, wodurch dasselbe in seiner Kopf-Visceralröhre den höheren Wirbelthieren nahe gestellt wird. Für die Entwickelungsgeschichte wird dadurch der Frosch, wie so oft in anderen Beziehungen, von der grössten Wichtigkeit. Denn durch seine Metamorphose wird indirekt nun der augenscheinliche Beweis geliefert, dass die vordere obere Abtheilung des ersten Visceralbogens nicht, wie man wohl vermuthen möchte, als ein blosser Fortsatz des ursprünglichen Visceralstreifens zu betrachten sei, sondern dass die Gesichtskopfbeuge, wie wir es auch erwähnt haben, als der eigentliche Grund der seitlichen Krümmung und der eigenthümlichen, vorderen oberen Ausbildung des ersten Visceralbogens bei den höheren Wirbelthieren anzusehen ist. Fände bei der höheren Wirbelthier-Abtheilung eine Gesichtskopfbeuge nicht statt, so würden wir einen ersten Visceralbogen haben, welcher zwar eine stärkere Schädel-Partie als der zweite und dritte besässe, im Verlaufe aber ihnen ähnlich wäre, ganz wie bei der frühen Froschlarve. Nun beugt sich der erste Schädelwirbel, und diejenige Partie des ursprünglichen Visceralstreifens, welche für den

ersten Visceralbogen bestimmt ist, entwickelt sich demgemäss in der den höheren Wirbelthieren eigenthümlichen Krümmung, wie dieses der Frosch ohne Gesichtskopfbeuge während des Knorpelzustandes durch seine merkwürdige Metamorphose zu Wege bringt.

§. 37. Die Veränderungen des zweiten Visceralbogens sind einfach. Die obere Abtheilung desselben verschwindet, wie wir schon angegeben, gänzlich. Die obere Extremität des Suspensoriums vom Zungenbeinkörper heftet sich mit der Verkümmerung der hinteren Partie des Quadratbeinknorpels an das Ohrlabyrinth. Von seinem übrigen Theile verkümmert nach und nach Alles bis auf eine gleichmässige, schmale vordere Partie, welche den ganzen Verlauf des vorderen Randes beibehält. Das die unteren Extremitäten der Suspensoria verbindende Mittelstück, den Zungenbeinkörper, wollen wir jetzt in Gemeinschaft mit dem daranstossenden Träger des Kiemenapparates in die Betrachtung ziehen. Es unterstützt diesen letzteren während der Larvenzeit, wo noch keine Zunge vorhanden ist, wie späterhin gerade umgekehrt der Kiemenbogenträger nach dem Hinschwinden der Kiemen dem Zungenbeine in seiner Funktion behilflich ist.

Der Kiemenapparat.

§. 38. Das Kiemengerüste hangt bei den Wirbelthieren noch enger als das Lungensystem mit den uranfänglichen Aortenbogen zusammen, und man muss daher die Darstellung desselben stets mit den letzteren beginnen. Aus dem zu Anfange vorliegenden Untersuchungen Angeführten geht hervor, dass das Herz mit seinen Aortenbogen ursprünglich gleich hinter den Saugnäpfchen, also wie bei den höheren Wirbelthieren, unter der vordersten Schädelpartie gelagert ist, dass dann bei dem Hervorwachsen der Visceralfortsätze dasselbe nach und nach zurückgedrängt wird, und zuletzt hinter dem zweiten Visceralfortsatz gleichsam mitten zwischen Rumpf und Kopf zu liegen kommt. Daselbst verbleibt es so lange, bis der Kiemenapparat verkümmert und die Lungen ihre Funktion antreten.

Indem nun das Herz an besagter Stelle sich befindet, ist es zunächst von dem schon früh aus dem serösen Blatte sich bildenden Perikardium umgeben. Es liegt ausserdem in seiner Höle, welche von dem serösen Blatte, wiefern dasselbe als *Membrana reuniens inferior* auftritt, gebildet wird. Dasselbe

theilt sich nämlich vom zweiten Visceralbogen abgehend (siehe Tab. 1. Fig. 7.) in zwei Blätter. Das eine geht unterhalb dem Herzen, bedeckt von der Cutis und der schwarzen Umhüllungshaut, das andere oberhalb demselben zur Bauchhöle. An den Seiten liegen beide Blätter zusammen, begrenzen die zweite Visceralspalte und verlaufen zur *Membrana reuniens inferior* der Rumpf-Visceralhöle da, wo dieselbe mit der Visceralplatte und seiner vorderen Extremitäten-Entwickelung in Verbindung tritt. Hinten dagegen sind sie getrennt. Das untere Blatt geht unmittelbar in die *Membrana reuniens inferior* der Bauchhöle über, das oberste zur innersten Haut derselben. Die Rumpf-Visceralhöle nämlich wird oben durch die früh angedeuteten Visceralplatten neben den Rückenwülsten, seitlich und unten, vorn und hinten, durch die untere Verbindungshaut gebildet. Innerhalb ist sie von der innersten oder vierten membranösen Scheidung des serösen Blattes ausgekleidet und wird durch dieselbe so vollkommen abgeschlossen, dass nur nach hinten die Oeffnung für den After, vorne nach oben ein grösseres Loch für den Durchtritt des Darmkanals und nach unten eins für den Durchgang der Gefässe des Herzens, umgeben von fetten Massen, übrig gelassen ist. Hier vorn scheidet sie sonst förmlich zwerchfellartig die Herz- und Visceralhöle des Kopfes von der des Rumpfes, und legt sich an das Perikardium, mit welchem es durch die oben genannte Oeffnung in Verbindung steht. In dieser Hinsicht ist die Herzhöle als eine nach vorn liegende Nebenhöle der Rumpfvisceralhöle anzusehen. Diese innerste Haut der Bauchhöle nimmt sehr bald eine schwärzliche Färbung an und ist auch im entwickelten Frosche, während die Visceralplatten nur durch ihre Bildungen des Brust- und Beckengürtels sich evident allmählig vereinigen, im Uebrigen aber mehr unausgebildet zurückbleiben, das Hauptkonstituens der genannten Höle. Sie hat eine glatte Oberfläche und erinnert an das Peritonaeum der höheren Wirbelthiere, obschon ich den Zusammenhang mit dem Darmkanal als Ueberzug nicht darlegen kann.

Die Aortenbogen füllen nun, nachdem das Herz zurückgetreten und zwischen dem zweiten Visceralbogen und der Visceralplatte des Rumpfes gelagert ist, diejenige Oeffnung aus, welche wir als zweite Visceralspalte aufgeführt haben. Sie wird vorn durch den hinteren Rand des zweiten Visce-

ralfortsatzes, hinten durch die Visceralplatte mit der *Membrana reuniens inferior* des Rumpfes begrenzt; oben kommen beide Visceralplatten zusammen, und unten zur Seite der Herzhöle verläuft die untere Vereinigungshaut von den zweiten Visceralfortsäten in zwei hier zusammenliegenden Blättern zur Rumpf-Visceralhöle, wie vorhin beschrieben wurde. So ist der Zustand, so lange die äusseren Kiemen in schon erwähnter Weise hervortreten und verkümmern.

§. 39. Treten nun die inneren Kiemen auf, so bilden sich an den Aortenbogen, um die Kiemenblättchen zu tragen, die bekannten Knorpelbogen. Ob dieselben ihre Entstehung der Schleimhaut oder der ursprünglich die Aortenbogen schützenden *Membrana reuniens inferior* zu verdanken haben, konnte ich wegen des engen Konflikts beider Häute an dieser Stelle nicht mit Sicherheit entscheiden; vielmehr glaube ich gegen die allgemeine Ansicht, dass die Untersuchungen über diesen Punkt als noch nicht abgeschlossen zu betrachten sind. So viel aber geht aus den bisherigen Beobachtungen gewiss hervor, dass die Kiemenbogen keine Gebilde der Visceralplatte, keine Visceralbogen zu nennen sind. Um diese Zeit ist auch schon das Mittelstück des zweiten Visceralbogens verknorpelt und das nach hinten sich anschliessende obere Blatt der *Membrana reuniens inferior* geht allmählig vorn in seiner ganzen Breite, hinten aber besonders mit den Seitentheilen, welche sich zur Visceralplatte des Rumpfes hinbegeben, in den Knorpelzustand über. Nach hinten in gerader Richtung ist sie häutig in Verbindung mit der vorderen Wand der innersten serösen Haut der Rumpf-Visceralhöle verblieben. Der innige Zusammenhang dieser letztgenannten knorpligen Membran mit der Visceralplatte des Kopfes und Rumpfes: die Art, wie sie allmählig sich hervorbildet: die Anheftung mehrer Muskeln, welche dem Wirbelsystem zugehören, an dieselbe: endlich auch ihre spätere Entwickelung bestimmen mich zu der Annahme, dass dieselbe für ein Zwischenstück der Kopf- und Rumpf-Visceralplatte zu halten sei. Wir wollen es mit dem Namen „Kiemenbogenträger“ nach seiner jetzigen Function bezeichnen. Es bildet derselbe mit dem schmäleren knorpligen Körper des Zungenbeines ein gemeinschaftliches Stück, an welchem die weissliche Trennungslinie nur schwach angedeutet ist, und wir wollen bei der Beschreibung daher beide zusammen als einfach betrachten.

Als solches nun unterscheiden wir an den Seitenrändern vorn einen Ausschnitt für die untere Extremität des Zungenbein-Suspensoriums, hinten einen ähnlichen für die Kiemenbogen. In der Mitte des Randes ragt demgemäss die Knorpelmasse etwas hervor und an ihr befestigt sich der erste Kiemenbogen. Da, wo der hintere Ausschnitt nach oben zur Visceralplatte des Rumpfes tritt, bilden sich später als an den eigentlichen Kiemenbogen gleichfalls einige Kiemenblättchen, doch niemals fand ich daselbst einen vierten Aortenbogen. Die *Arteria pulmonalis* geht vielmehr vom dritten Aortenbogen ab. Man hat dieses nach hinten und seitlieh sich ausdehnende Knorpelstück des Kiemenbogenträgers mit den übrigen eigentlichen Kiemenbogen in eine Kategorie gestellt und den vierten Kiemenbogen genannt. Doch ist dasselbe ein Gebilde des Wirbelsystems und es fehlt ihm auch das Wesentlichste der Kiemenbogen, der Aortenast.

Vor dem vorderen Rande der ganzen Knorpelplatte entwickelt sich, wie erwähnt wurde, die Zunge; der hintere geht häutig zur *Membrana reuniens inferior* des Rumpfes. In dieser häutigen Partie bilden sich um die Zeit, wenn die Lungen sich entwickeln, auf der gegen die Schleimhaut des Darmkanals geneigten Fläche zwei längliche Körperchen: die frühsten Andeutungen der *Cartilagines arytaenoideae.* Vergleichen wir die Lage dieser Körperchen mit den gleichen bei den höheren Wirbelthieren, wo sie sich gleich hinter dem dritten Visceralbogen vorfinden; so giebt uns dieses einen neuen Grund den Kiemenbogenträger, gewissermaassen ein Analogon des dritten Visceralbogens, als eine den Visceralplatten zugehörige Bildung anzusehen. Die Hügelchen der *Cartilagines arytaenoideae* lassen sich nach hinten durch die innerste seröse Haut der Bauchhöle in das Lungengewebe verfolgen. Dieses ist auch der einzige Zusammenhang, welchen ich zwischen den frühsten Spuren des Lungengewebes und anderen Theilen des Körpers finden konnte. Auch kann man sich deutlich überzeugen, dass die Lungen, indem sie in der Rumpfhöle sichtbar werden, einen Ueberzug der schwarz tingirten serösen Haut der Rumpf-Visceralhöle erhalten. Nur den Zusammenhang mit der Schleimhaut habe ich nie, weder bei den Säugethieren und den Vögeln, noch bei den Fröschen so evident wahrnehmen können, (obschon ich überall die Lungen in einer sehr frühen Entwickelungszeit gesehen), dass

ich mich von der Beobachtung so berühmter Naturforscher überzeugt hätte. Ich kann nicht leugnen, dass so tüchtige Gewährsmänner eben der einzige Grund sind, warum ich meine Untersuchungen, die vielmehr gemäss der bisherigen Schilderung für die Entwickelung der Lungen aus dem serösen Blatte sprechen, noch immer in Zweifel ziehe und denselben freimüthig ausspreche. Bei den Säugethieren und Vögeln (siehe meine Abhandlung in Müllers Archiv 1837. Fig. 10. 11. 12 etc.) stehen die Urrudimente der Lungen mit den beiden Bildungshälften der *Arteria aspera* und diese wieder mit den Hügelchen der *Cartilagines arytaenoideae* in Verbindung, welche letztere gewissermaassen als die nicht verwachsenden und sich besonders ausbildenden obersten Partieen der Bildungshälften der *Arteria aspera* anzusehen sind. Bei den Fröschen fehlt die *Arteria aspera* und die Lungen-Anlagen hangen unmittelbar mit den *Cartilagines arytaenoideae* zusammen, deren Bildung aus dem serösen Blatte in angegebener Weise sowohl bei den höheren Wirbelthieren als bei den ungeschwänzten Batrachiern evident ist*).

§. 40. Je mehr nun die Lungen sich ausbilden, um die Funktion der Athmung zu übernehmen, um so sichtbarer verkümmern die Kiemenbogen sammt den Kiemenblättchen und den Gefässen des *Bulbus aortae*. Die zweite Visceralspalte, welche äusserlich häutig durch den verwachsenden Kiemendeckel schon früher verschlossen wurde, wird jetzt auch innerhalb nach und nach immer enger, bis endlich die Gebilde beider Visceralplatten sich unmittelbar berühren. Zu gleicher Zeit reduziren sich auch die Suspensoria

---

*) Auch im ausgebildeten Thiere haben wir streng genommen keine Thatsache, welche für die Entwickelung der Lungen aus dem *Tubus alimentarius* spräche. Die Lage innerhalb der Rumpf-Visceralhöle ist ein Produkt späterer Metamorphose. Der Zusammenhang der Schleim absondernden Haut der Lungen mit der Schleimmembran des Darmkanals ist eine öfter sich wiederholende Erscheinung der Gebilde beider Urmembranen. Auch die Conjunctiva des Auges steht mit der *Membrana Schneideriana* der Nasenhöle und durch diese mit dem Schlunde in Verbindung, obschon sie ein Schleim absonderndes Gebilde des serösen Blattes ist, durch Umwandlung der Cutis entstanden. Mag nun auch die Schneidersche Haut dem Schleimblatte des vegetativen Systems der Genese nach wahrscheinlicherweise nicht angehören, so ist dieses doch bestimmt mit der Schleimhaut des Schlundes der Fall.

des Zungenbeinkörpers, und dieser letztere sowohl als auch der Kiemenbogenträger nach dem Hinschwinden der Kiemenbogen verschmelzen enger mit einander, so dass man zuletzt die Trennungslinie nicht mehr erkennen kann. Die Ausschnitte der Seitenränder, welche behufs der sich ansetzenden Theile gebildet erschienen, werden undeutlich und namentlich am Kiemenbogenträger sehr verkürzt. Die ganze Knorpelplatte wird bei den verschiedenen Froschgattungen zu einem verschieden sich gestaltenden, unregelmässigen Knorpelstück, welches als Zungenbeinkörper fungirt, auch im entwickelten Thiere seltener verknöchert und hauptsächlich jene Erhabenheit des Seitenrandes, woran sich der erste Kiemenbogen befestigt, auch später in seiner unregelmässigen Form meistens beibehält. Nur diejenige Knorpelpartie des Kiemenbogenträgers, welche hinten zu beiden Seiten mit der Visceralplatte des Rumpfes sich in Verbindung setzt und als vierter u n e i g e n t l i c h e r Kiemenbogen auftritt, bildet sich individueller hervor. Die Kiemenblättchen, welche sich an ihm befanden verschwinden früher als die übrigen, obgleich sie sich später entwickelten. Es entsteht ein sich vom Kiemenbogenträger absondernder, länglich gestalteter Knorpel, welcher sich seitlich nach hinten biegt und späterhin durch einen Muskel mit dem Knorpel des Ohrlabyrinthes da in Verbindung setzt, wo derselbe an die Visceralplatte des Rumpfes stösst. Es ist das sogenannte *cornu posterius* oder *thyreoideum* des Zungenbeines*). Man muss dasselbe übrigens nicht mit ähnlich gebildeten Knorpeln verwechseln, welche vor der *cartilago arytaenoidea* sich innerhalb der Bauchhöle zu dem Lungengewebe zuweilen hinerstrecken. Das sogenannte *Cornu posterius* des Zungenbeines verknöchert ziemlich zu gleicher Zeit mit dem eigentlichen Suspensorium desselben.

An den genannten Verwandlungen nimmt das Herz mit seinen Gefässen gleichfalls, wie schon erwähnt, Antheil. Mit den Kiemenbogen rücken auch die Aortenbogen immer näher aneinander, während sie zu gleicher Zeit verkümmern. Diejenigen Abtheilungen derselben aber, welche unmittelbar vom *Bulbus aortae* ausgehen und noch an dem Kiemenbogenträger sich befinden,

---

*) In der Entwickelungsgeschichte des Triton werden wir seine gleiche Bedeutung mit dem *os pharyngeum inferius* der Fische kennen lernen.

nähern sich natürlich früher zu einander, als ihre Enden und so geschieht es denn, dass sie, noch ehe der Verkümmerungsprozess vollständig eingetreten, alle drei unter sich verwachsen und wie eine Verlängerung des *Bulbus aortae* selbst erscheinen. Die eigentliche Kiemenabtheilung der Aortenbogen verschwindet vollständig.

Nachdem der Verkümmerungsprozess der Kiemen vollendet, zieht sich das Herz durch die für seine Gefässe mit den Fettmassen gelassene Oeffnung der vorderen, zwerchfellartigen Wand der serösen Membran in die Rumpf-Visceralhöle zurück. Unter ihm hat sich nach und nach der Brustgürtel geschlossen und einen Theil der vorderen Wand des serösen Sackes der Bauchhöle verdrängt. So hört die Herzhöle allmählig auf zu existiren. Das untere Blatt der *Membrana reuniens inferior* wird aufgesogen. Das obere dagegen, von dem Kiemenbogenträger vertreten, rückt demgemäss nach dem Zurückweichen des Herzens mit seinem Perikardium gegen die Cutis, wird analog dem dritten Visceralbogen der höheren Wirbelthiere das Vermittelungsstück der Visceralplatte des Kopfes und Rumpfes in der Schlundgegend und assistirt jetzt auch gleichfalls dem Zungenbeine.

Kapitel III.

Das Knochensystem des Frosch-Kopfes.

Ant. Dugès stellt in seiner schon öfters genannten Schrift jenes ebenso merkwürdige als bisher ungewöhnliche Gesetz auf, dass die Verknöcherung bei den niederen Wirbelthieren namentlich bei den Fröschen in einer ganz anderen Art erfolge, als bei den höheren. Es gehe nicht der Knorpel selbst in Knochen über, sondern, während derselbe verkümmere, bildet sich gleichsam von seinem Periosteum das gleichbenannte Knochenstück. Er stützt diese Beobachtung vorzüglich auf das früh sich zeigende Knochenblättchen der Schleimhaut unter der knorpligen Schädelbasis, welches wir später an der knöchernen Schädelbasis wiederfinden. Die Entstehung des Unterkiefers etc. solle gleichfalls dafür sprechen. Wir wissen indess aus den bisherigen Untersuchungen, dass der Unterkiefer in keiner Art anders, als bei den höheren Wirbelthieren entsteht, und nur die Unkenntniss von der Bedeutung

des Meckelschen Knorpels, so wie die anfängliche Kleinheit des Unterkiefers zu demselben bei den Fröschen konnte ihn zu dieser Annahme veranlassen. In Betreff übrigens des Knochenblättchens unter der Schädelbasis, des Sphénoide, welches Ant. Dugès als Hauptstütze seiner Ansicht anführt, wissen wir, dass dasselbe ganz evident aus dem Schleimblatt sich herausbilde. Es ist nun zwar das Faktum nicht abzuleugnen, dass dieses Blättchen bei den ausgebildeten Thieren als äussere Knochenlamelle der Schädelbasis sich darstelle und die mehr ausserwesentliche Funktion der äusseren gegen die Mundhöle gewandten Fläche derselben übernehme; dennoch kann man selbst bei den ältesten Individuen das frühere Getrenntsein von der eigentlichen Schädelbasis wiedererkennen. Bei Fröschen mittleren Alters kann man es sehr leicht ohne Zerstörung des Schädels lostrennen. Wir werden diese Erscheinung der Skeletbildung des Schleimblattes und seiner öfteren Befestigung an das Wirbelskelet in modifizirter Art auch bei den Tritonen wiederfinden, so dass es scheint, als wenn bei der geringen Ausbildung der Kopfvisceralhöle der niederen Wirbelthiere dadurch gewissermassen ihnen ein Ersatz gegeben werde. Bei Erwägung dieser Thatsachen, so wie vorzüglich der Genesis des fraglichen Knochenblättchens können wir die Ansicht des Ant. Dugès nicht theilen und müssen erklären, dass nach unseren bisherigen Untersuchungen der Verknöcherungsakt bei der niederen Wirbelthier-Abtheilung in keiner Art anders als bei den höheren erfolge. — Eine andere Frage, die den Wirbeltypus ursprünglich gar nicht angeht, ist die: welchen Einfluss hat die verschiedene Struktur eines voluminöseren Knorpels, namentlich bei den Fischen, auf die Ossification? —.

§. 41. Es ist jetzt wohl der Zeitpunkt da, wo die Entwickelungsgeschichte sich das Recht nicht nehmen lässt, über die Bedeutung der einzelnen Knochenstücke mit Rücksicht auf den Wirbeltypus zu entscheiden; das Urtheil über die Individualitäten der Wirbelthiere möge der komparativen Anatomie und Zoologie anheim gestellt bleiben. Diesem, wie wir glauben, allgemein anerkannten Gesetze vertrauend haben wir im Laufe vorliegender Untersuchungen einzelnen Urstücken eine Bezeichnung gegeben, welche oft nicht allgemein herrschend war, dennoch in der Analogie mit den höheren Wirbelthieren ihr Recht dazu vorfand. Indem wir nun zu der Entwickelung der

Kopfknochen übergehen, werden wir uns auch fernerhin von diesem Gesetze leiten lassen und in den Benennungen nach den uranfänglichen Anlagen des Wirbelthieres uns richten. Wir können uns hiebei unmöglich auf die einzelnen Erörterungen der Hypothesen in der komparativen Anatomie einlassen, welche so zahlreich sind, dass man dabei Bände füllen könnte und der Schluss wäre am Ende immer doch nur der Verweis auf die Entwickelungsgeschichte; wir wiederholen die Worte unseres verehrten Lehrers: „sie muss das Richteramt führen." Ihr nur folgend, wollen wir vor der näheren Betrachtung des Knochensystems am Froschkopfe den Kopftypus der Entwickelung gemäss allgemein ins Auge fassen.

Mit Rücksicht auf die Bildungsgeschichte haben wir demnach am Kopfe:

a. Eine obere Röhre, die Schädelhöle, für die vorderen Zentralorgane des Nervensystems.

b. Eine untere Röhre, die Visceralhöle, für die vordere Abtheilung des vegetativen Systemes. Ihre obere Decke wird durch die Basis der Schädelhöle gebildet.

c. Das Gesicht oder derjenige Theil des Kopfes, in welchem die obere und untere Röhre durch Bildungsfortsätze zur Formirung der Nasen- und auch der Mundhöle in Verbindung treten, um darin die Hauptelemente für die Erhaltung des Organismus animalisch und vegetativ gleichsam vorher verarbeiten zu lassen. Accidentell tritt mit der grösseren Wölbung der Stirnwand und durch die Gesichtskopfbeuge bei den höheren Wirbelthieren der ganze erste Kopfwirbel mit der Augenhöle, ja bedingterweise selbst das Ohr bei einigen hinzu.

Zerlegen wir nun diesen allgemein ausgesprochenen Bildungstypus in die einzelnen, sich absondernden härteren Gebilde, so haben wir

1. für die Zentralnerven- und Visceralhöle des Kopfes die drei ursprünglich immer vorhandenen, mehr oder weniger vollständigen Wirbel, welche nur nach der Individualität einzelner Wirbelthier-Gruppen sich verschieden metamorphosiren, und

2. für das Gesicht, den Verbindungstheil beider, aus Wirbelstücken zusammengesetzten Röhren: aus den vorderen Stirnfortsätzen die Nasenbeine von

der Zentralnervenröhre: die Oberkieferbeine von der Visceralhöle: ferner die, beide genannten Theile stützende von der Schädelbasis (dem unteren Schlussstücke der oberen Röhre des Kopfes) hervorwachsende Gesichtsbasis: und endlich die von der letzteren sich hauptsächlich entwickelnden und zwischen die Nasenbeine und Oberkiefer tretenden oberen Zwischenkiefer. Hiezu tritt dann accessorisch der von der unteren Abtheilung des ersten Visceralbogens sich ausbildende Unterkiefer-Apparat, der bei den niederen Wirbelthieren mehr der Visceralhöle angehört.

Das sind die allgemeinen Bestandtheile des Kopfes bei allen Wirbelthieren, welche auch, wiefern sie auf dem ursprünglichen Wirbeltypus begründet sind, bei den froschartigen Thieren *mutatis mutandis* vorhanden sein müssen. Sollten einzelne Partieen derselben im entwickelten Zustande nicht vollständig zu finden sein, wie dieses namentlich bei der Visceralhöle vorkommt, so muss die Bildungsgeschichte ihren Verkümmerungsprozess nachweisen. Beobachtet man neue und nicht ursprünglich gegebene Bildungsfortsätze in sehr frühen Zuständen des Embryo, wie die für die Thränenbeine, so ist die Wahrscheinlichkeit da, dass dieselben der eigenthümlichen Entwickelung grösserer Wirbelthier-Gruppen zugehören. Von ihnen sind wohl zu scheiden solche Stücke, welche in späterer Zeit bei der Verknöcherung behufs der grösseren Festigkeit, in Folge der grösseren Entwickelung des Gehirnes etc. meistens als *ossa intercalaria* entstehen, und kleineren Wirbelthier-Abtheilungen das individuelle Gepräge geben, wie der *vomer*, die *ossa Wormiana*, die unterste Muschel etc.

Die Schädelhöle des Frosches.

§. 42. An den Wirbelbogen der Schädelhöle sind wir gewohnt zur leichteren Uebersicht die Basis, die Seitentheile und die obere Decke zu unterscheiden. Am frühsten von den genannten Partieen geht die letztere in Verknöcherung über. Aus der Stirnwand bilden sich zwei neben einanderliegende Knochenstücke, die Stirnbeine. Sie werden gewöhnlich *ossa frontalia posteriora* genannt. Wir finden keinen Grund eine solche nähere Bezeichnung durch das Epitheton „*posteriora*“ hinzuzufügen. Da die Schlussstücke sehr oft variiren, so ist's möglich, dass bei anderen Thieren mehre hinter-

einander liegende Knochenstücke aus der Stirnwand sich bilden. Was aber bei dem Frosch und der Kröte sich vor den beiden Stirnbeinen befindet, gehört zu anderen Bildungstheilen und hat nicht die Function als vorderste Decke der Schädelhöhle zu dienen, wie es die Stirnwand und die daraus sich bildenden Stirnbeine immer thun. Hinter den Stirnbeinen entwickelt sich das aus zwei Knochenplatten bestehende Scheitelbein. Zuletzt folgt dann die einfache hinterste Decke der Schädelhöle, die Schuppe des Hinterhauptbeines, welche den dritten und letzten Schädelwirbel formirt. Dieses sind die drei den Kopfwirbeln entsprechenden Schlussstücke, aus welchen die obere Decke der Schädelhöhle zusammengesetzt wird. Eine Schuppe und die *pars mastoidea* des Schläfenbeines, welche bei mehren höheren Wirbelthieren zur Vervollständigung noch hinzutreten, findet sich bei den niederen Wirbelthieren nicht. Der Grund davon liegt in der grösseren Ausbildung des Gehirnes der höheren Wirbelthiere und in Allem, was damit nothwendig verbunden ist. Sämmtliche fünf Stücke der Schädeldecke verwachsen später so innig, dass man kaum im Stande ist, sie einzeln wiederzuerkennen. Namentlich verkümmert die Schuppe des Hinterhauptbeines bei der mächtigeren Entwickelung der entsprechenden Seitentheile zu Gelenkköpfen und des Scheitelbeines dergestalt, dass man es in älteren Individuen kaum mehr wiedererkennt. Bei *Rana fusca* und anderen Froscharten ossificirt sie sogar sehr spät, oft gar nicht.

§. 43. Die Seitentheile und die Basis der Schädelhöle, welche sich bei den höheren Wirbelthieren am augenscheinlichsten der individuellen Ausbildung des Gehirnes accomodiren, sind aus eben diesem Grunde bei den froschartigen Thieren sehr einfach.

An der Schädelbasis des ausgebildeten Frosches ist mit Hinsicht auf den Wirbeltypus vor Allem derjenige Theil zu entfernen, welcher von den Anatomen das *Sphenoideum basilare* genannt wird und, wie wir zeigten, aus dem Schleimblatte sich entwickelt. Dasselbe liegt zwar später nach der Ossification mit einem grossen Theile der Schädelbasis innig verbunden da und dehnt sich sogar hinten seitlich noch weiter in der bekannten Form über die Ohrlabyrinthknorpel aus, obschon es während der ganzen Entwickelungszeit lose unter ihm und mit dem Schleimblatte in inniger Beziehung zu

finden ist. Dennoch kann man, wie schon erwähnt, selbst bei den ältesten Individuen die Trennungslinie ziemlich genau erkennen. Der Theil der Schädelbasis nun, wo dieses sogenannte *sphenoideum basilare* anliegt, ossificirt in dem Maasse später und weniger kräftig, als es durch dasselbe eine knöcherne Unterstützung erhält und allein auf seine ursprüngliche Function, das Gehirn zu schützen, beschränkt bleibt; seine gewissermaassen für sekundär zu haltende Funktion, die Visceralhöle zu decken, wird durch das *sphenoideum basilare* vollzogen.

Frei und unbedeckt von dem genannten Knochenblättchen bleiben nur das unbedeutende Körperstück des dritten und die vorderste Partie von dem des ersten Kopfwirbels, welche zwischen den Gaumenbeinen gelagert ist. Ersteres verkümmert um so mehr, je grösser die zu Gelenkköpfen sich ausbildenden, respectiven Seitentheile werden, und seine Ossification fällt sehr spät. Auch die genannte vorderste freie Partie des ersten Schädelwirbelkörpers verknöchert später, alsdann aber auch in dem Maasse kräftiger, als sie die Gaumenbeine und die Gesichtsbestandtheile grösstentheils trägt. Diese stärker und massiver ossificirte Partie der Schädelbasis wird mit den entsprechenden Seitentheilen und einer Knochenmasse zwischen Stirn- und Nasenbeinen für das Siebbein gehalten: dass dieses mit Unrecht geschieht, wird im Nachfolgenden dargethan.

Die Seitentheile verlaufen, wie gesagt, sehr einfach. Zu der Zeit, wenn beide Visceralbogen-Knorpel an dem Schädel festsitzen, kann man durch sie ziemlich genau die einzelnen Wirbelabtheilungen der Seitenwände des Schädelgewölbes unterscheiden. Jetzt, wo die oberste Abtheilung des zweiten knorpligen Visceralbogens am Schädel ganz verkümmert ist, fällt diese Hilfe weg. Diejenige Partie, an welcher der Ohrlabyrinth-Knorpel anliegt, verschmilzt mit demselben total; sie gehört meistens dem zweiten theilweise auch dem dritten Wirbel an. In den ersten Seitentheilen befinden sich die *foramina optica*; die dritten verwandeln sich nach der Metamorphose des Larvenzustandes zu den Gelenkköpfen für den ersten Rumpfwirbel; die Schuppe und der Körper des Hinterhauptbeines verbleiben, wie wir gesehen, mehr im rudimentären Zustande zurück. Bei dem Verknöcherungsprozess werden besonders die Gegenden in Anspruch genommen, wo andere Knochen

ansitzen. Daher verknöchern zuerst die Gelenktheile für die Wirbelsäule, die Partie, wo das Ohrlabyrinth liegt, und ganz vorn, wo das Gaumenbein sich befestigt.

Ant. Dugès, Cuvier etc. haben diesen letzten, durch grössere Knochenfestigkeit sich auszeichnenden Theil mit der entsprechenden Partie der Schädelbasis und der Knochenmasse zwischen Stirn- und Nasenbeinen zum Knochenapparat des *os ethmoidale* hingezogen, indessen sprechen die Entwickelungsgeschichte sowohl, als auch die spätere Lage und Function ganz dagegen. Das Siebbein (*os ethmoideum*) in seiner strengsten Bedeutung ist eine Knorpel- und Knochenbildung, welche der *Membrana Schneideriana* zur unmittelbaren Ausbreitung dient, mit dem Wirbeltypus aber in keiner anderen Beziehung steht, als in wiefern sie zuweilen Unterstützungen und Hülfsleistungen von dem Wirbelskelet erhält und in einer vom Wirbelsystem formirten Höle sich befindet. Die ganze Knochenpartie aber, welche man bisher für das *os ethmoideum* der froschartigen Thiere gehalten hat, trägt selbst wenig zur Nasenhölenbildung bei, und als Labyrinth für die sich ausbreitende Schneidersche Membran dient sie nun gar nicht. — Das Ohrlabyrinth steht in gleicher Kategorie mit dem Labyrinthe des Geruchorganes. Es ist der frühste Knorpel des Embryo und verbleibt in solchem Zustande, wenn selbst schon zum grössten Theile die einzelnen Knochen des Kopfes vorhanden sind. Wir haben erwähnt, dass dasselbe schon als Knorpel mit dem anliegenden Seitentheile der Schädelhöle verschmilzt. Nach der Verknöcherung ist es mit dem Schädel so innig verbunden, dass man sich kaum von dem Gedanken losreissen kann, seine Knochenmasse von jener der eigentlichen Schädelhöle dem Typus nach getrennt aufzufassen.

Die Visceralhöle*).

§. 44. Die Knorpel des ersten Visceralbogens haben durch die erwähnte Metamorphose im Larvenzustande eine zwiefache Anheftung an den Schädel erhalten, einmal da, wo der Visceralbogen ursprünglich entsteht, und dann nachträglich durch die Metamorphose am Ohrlabyrinth-Knorpel. Die beiden obersten Knorpelstücke der oberen Abtheilung vom ersten Visceralbogen verknöchern in der Weise, wie wir sie zuletzt im Knorpelzustande ver-

*) S. Tab. I. Fig. 23. 24.

liessen. Das Gaumenbein geht rechtwinklig vom Schädel nach aussen ab und unter einem gleichen Winkel von ihm nach hinten das Flügelbein, welches letztere ausser seiner ursprünglichen Verbindung mit dem Quadratbein noch einen Fortsatz nach innen gegen die seitlichen Knochenwucherungen der Schädelbasis an der untern Fläche des Ohrlabyrinthes hinschickt. Der Grund, warum wir diese beiden Knorpel analog mit jenen der höheren Wirbelthieren benannten, lag eben darin, dass der erste Visceralbogen nachträglich eine Form erhalten hat, wie bei den höheren Wirbelthieren dieselbe ursprünglich durch die Gesichtskopfbeuge erfolgt.

Der unterste oder gleichsam der Uebergangsknorpel der oberen Abtheilung vom ersten Visceralbogen, welcher gelenkig den Meckelschen Knorpel trägt, haben wir nach der Analogie mit den Vögeln den Quadratbeinknorpel genannt. Er war bei der Metamorphose des ersten Visceralbogens von grosser Wichtigkeit. Während derselbe an dem Ohrlabyrinth sich befindet, verkümmert er nach und nach immer mehr, und an seiner Stelle entwickelt sich deutlicher der weisse Knochenstreifen, welcher an seinem und des Orbitalfortsatzes vorderem Rande sich zeigte. Er bildet zuletzt eine unregelmässige Knorpelmasse an der äusseren Fläche des Ohrlabyrinthes, welche nur den Gelenktheil für den Meckelschen Knorpel als solchen individuell erhält, im Uebrigen aber eine mehr passive häutig-knorplige Ausfüllung zwischen Flügelbein und dem anliegenden weissen Knochenstreifen bewerkstelligt. Zu dieser Zeit kann man nun sämmtliche drei Stücke, die hier so enge zusammenliegen, gesondert darstellen: nach innen das knöcherne Flügelbein: in der Mitte den Quadratbeinknorpel: und nach aussen den knöchernen noch unbenannten Streifen, welcher sich an der Aussenseite des letzteren hervorbildet.

Tritt die vollständige Verknöcherung ein, so entwickelt der genannte Knochenstreifen noch den bekannten nach vorn sich hinneigenden Fortsatz und wird dann von den Anatomen für das *os tympanicum seu quadratum* erklärt. Das Residuum des eigentlichen Quadratbeinknorpels mit seiner Gelenkabtheilung verknöchert nun gleichfalls, wird theils zu dem Gelenkkopf für den Meckelschen Knorpel mit seinem Unterkiefer, und theils zu einer feinen Knochenlamelle, welche zwischen dem Flügelbein und dem angeblichen *Os quadratum s. tympanicum* verlaufend selbst in älteren Individuen als ein gesondertes Stück sich

manifestirt, wenn auch der individuelle Verknöcherungsprozess die einzelnen Theile unter sich sehr innig und nicht trennbar verbunden erhält. Wir haben somit in dem gewöhnlich so benannten *os tympanicum s. quadratum* zwei ganz verschiedene Knochenstücke vereinigt. Das nach innen gelegene mit dem Flügelbein in Verbindung tretende ist das eigentliche *Os quadratum*, welches wie bei den Vögeln den Gelenkkopf für den Meckelschen Knorpel mit seinem Unterkiefer bildet und nach meinen Untersuchungen bei den höheren Wirbelthieren (Müllers Archiv 1837.) nicht mehr mit dem Paukenring, der *pars tympanica* des Schläfenbeines, zusammen zu werfen ist*).

Was aber hat es für eine Bewandniss mit dem nach aussen befindlichen, jetzt durch einen vorderen Fortsatz erweiterten Knochen, welchen wir in seiner allmähligen Entstehung und Entwickelung an der äusseren Fläche des Quadratbeinknorpels beobachteten? Bei den Fröschen, welche ein Paukenfell oder auch nur das Analogon davon haben, dient er stets zur Stütze desselben. Bei den Eidechsen (*Lacerta agilis*), welche ein Rudiment eines knöchernen Paukenringes besitzen, wird derselbe angeblich vom Quadratbein gebildet. Indessen kann man bei jüngeren Individuen dieses Rudiment des Paukenringes von dem eigentlichen, den Unterkieferapparat tragenden Quadratbein lostrennen, und auch bei den älteren Eidechsen ist in der That nicht schwer sich davon zu überzeugen, dass der Paukenring und das Quadratbein für gesonderte, nur durch den Verknöcherungsprozess inniger vereinte Stücke zu betrachten sind. Ich weiss nun allerdings nicht, ob dieses Rudiment von Paukenring auf ähnliche Weise, wie der fragliche Knochen bei den Fröschen

---

*) Das Schläfenbein der höheren Wirbelthiere wird bekanntlich als aus vier Stücken zusammengesetzt betrachtet: die *pars petrosa*, *tympanica*, *squamosa*, *mastoidea*. Der Felsentheil steht mit dem Wirbeltypus in keiner Beziehung; der Paukenring ist ein Aussengebilde der Visceralplatte; die Schlafschuppe dient ursprünglich zur Decke des Gehirns im zweiten Schädelwirbel, und der Zitzentheil, wo er sich vorfindet, hat hauptsächlich die Funktion jene durch das Eindringen oder vielmehr Zurückbleiben der *Pars petrosa* innerhalb der Seitentheile der Schädelhöle entstandene Lücke in der Verknöcherung vollzufüllen. Die beiden letzteren Stücke des Schläfenbeines entwickeln meistens durch Knochenwucherungen Fortsätze, welche den einzelnen Individualitäten der Wirbelthiere zufallen.

und Tritonen, äusserlich am Quadratbeinknorpel aus einem weisslichen Bildungsstreifen sich entwickele. Bei dem Hühnchen, wo auch im ausgebildeten Zustande weder ein Paukenring noch ein anderes Knochenstückchen an der Aussenseite des Quadratbeines zu finden ist, habe ich bei meinen Untersuchungen auch keinen weisslichen Bildungsstreifen entdecken können. Dagegen ist die Entstehung des Paukenringes bei den Säugethieren in der That ganz ähnlich nur modifizirt wegen der Metamorphose der Gehörknöchelchen, wie bei den niederen Wirbelthieren der fragliche Knochen und bei den Eidechsen höchst wahrscheinlich auch das vorhandene Rudiment des Paukenringes sich entwickelt. Ja auch bei der *Testudo europaea*, wenn sie nicht zu alt ist, hält es durchaus nicht schwer den das Paukenfell und den Unterkieferapparat tragenden Knochen als aus zwei Stücken bestehend anzuerkennen. Sämmtliche Thatsachen zusammengenommen lassen die Behauptung, wie ich glaube, nicht für übereilt und gewagt erscheinen, dass der fragliche Knochen an der Aussenseite des Quadratbeines bei den niederen Wirbelthieren für ein Analogon des *Os tympanicum*, des Paukenringes zu halten sei, welches hier ausserdem noch eine andere Funktion, mehr oder weniger dem Quadratbein zur Stütze zu dienen, sich angeeignet hat. Mögen wir daher die Benennung *Os tympanicum* auch hier, obschon es bei den niedrigsten Wirbelthieren die Funktion das Paukenfell zu stützen verliert, dennoch der leichteren Uebersicht wegen beibehalten.

Die unterste Abtheilung des ersten Visceralbogens bildet der Meckelsche Knorpel mit seinem früher individuell auftretenden, jetzt sich nach und nach immer mehr vereinigenden Schlussstücke des uneigentlich genannten *Os intermaxillare inferius*. Derselbe verkümmert nun um so mehr, je vollständiger sich der an seiner Aussenseite entwickelnde Unterkiefer ausbildet. Es bleibt auf diese Weise bei den älteren Individuen nur zurück: das Gelenkstück, welches sich mit dem Quadratbeine verbindet und die Schlusspartie, der sogenannte untere Zwischenkiefer, welche beide als solche im verknöcherten Zustande ziemlich fest mit dem Unterkiefer zusammenhangen und mit ihm wohl eine und dieselbe Funktion, doch ganz verschiedene Entstehung haben. Eine Rinne, welche wegen der mehr nach innen strebenden Knochenwucherung meist äusserlich am eigentlichen Unterkiefer gelegen ist,

bezeichnet die Stelle, wo der verkümmernde Theil des Meckelschen Knorpels sich befand. Man kann sie übrigens zum Gelenk- und Schlussstücke ganz augenscheinlich verfolgen. Es scheint, als ob die früher im Larvenzustande vorhandene individuelle Ausbildung des Schlussstückes des Meckelschen Knorpels der Grund sei, warum späterhin kein eigentlicher unterer Zwischenkiefer an demselben sich entwickelte.

Wenn man das *Os tympanicum* mit dem eigentlichen Unterkiefer zusammen betrachtet, so kommt man wohl auf den Gedanken, dass beide Knochen am Kopfe einen ähnlichen Gürtel formiren, wie die Stücke des Brust- und Beckengürtels am Rumpfe. Ihre Entstehung, durch Gebilde an der äusseren Seite der Visceralplatte, stimmt mit einander ganz überein, und die Funktionen richten sich nach den Gegenden, wo die Theile liegen. Extremitäten finden sich am Kopfe zwar nicht, doch hat der Kopfgürtel die Vermittelung der Bewegung beibehalten. Die obere Gesichtshälfte dagegen, oder der eigentliche Verbindungstheil der Zentralnerven- und Visceralbogenhöle, duldet keine Vergleiche mit den Gebilden des Rumpfes; sie ist dem Kopfe ganz eigenthümlich.

§. 45. Die Knorpelmasse des zweiten Visceralbogens verkümmerte bei derjenigen Froschfamilie, die ich untersuchte, vollständig an seiner oberen Abtheilung. Bei *Rana fusca etc.*, wo sich Gehörknöchelchen vorfinden, ist die Lage derselben zwischen dem Quadratbein und dem Zungenbein-Suspensorium so eigenthümlich, dass sehr wahrscheinlich diejenige Partie der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens, welche zwischen den genannten Stücken am Ohrlabyrinth anliegt und sich am längsten erhält, wie bei den höheren Wirbelthieren zu dem Haupt-Bewegungsgehörknöchelchen sich metamorphosire. Es sind demnach diese Gehörknöchelchen der Frösche mit dem Stapes und der Columella und nicht mit dem aus dem ersten Visceralbogen sich bildenden Ambos und Hammer zu vergleichen. Das elliptische Knochenblättchen in dem ovalen Fenster sondert sich, wie wir gezeigt, aus der Knorpelmasse des Ohrlabyrinthes selbst ab und ist nicht mit den Bewegungsgehörknöchelchen zusammen zu bringen. Von der unteren Abtheilung des zweiten Visceralbogens geht das Suspensorium des Zungenbein-Körpers am frühsten in Verknöcherung über. Mit ihm zugleich, ja oft noch früher, geschieht dies auch

an dem *Cornu thyreoideum seu os pharyngeum inferius* des Kiemenbogenträgers, dem Analogon eines dritten Visceralbogens. Der Zungenbeinkörper selbst mit dem Kiemenbogenträger erhalten sich meistens immer im Knorpelzustande, in welchem ihre frühere Scheidungsgrenze oft gar nicht mehr zu bemerken ist.

Das Gesicht.

§. 46. Wir haben hier besonders die obere Gesichtshälfte zu betrachten, da die untere als der Visceralhöle mehr angehörig dort behandelt wurde.

Die obere Gesichtshälfte ist der eigentliche Verbindungstheil beider Röhren des serösen Blattes zur Formirung der Nasen- und der oberen Wand der Mundhöle. Seine Hauptbestandtheile sind schon erwähnt. Aus den von der oberen Röhre hervorwachsenden Stirnfortsätzen entstehen in schon angegebener Weise die beiden Nasenbeine als hauptsächlichste Decke des Nasenkanals. Zwischen ihnen und den Stirnbeinen findet sich bei älteren Individuen namentlich der Gattung Rana als eine Art von Supplement eine Knochenmasse, welche, wie wir glauben (Sieh. S. 10. 11), schon früh durch die weissliche Bildungsmasse in dieser Gegend angedeutet war. Während der Chondrose sieht man hier kein sich gesondert darstellendes Stück, sondern die bei *Rana fusca* (s. Fig. 23. Tab. I.) sich daselbst noch in dem eben ausgebildeten Thiere vorfindende Knorpelmasse gehört zur Stirnwand auf ihrem Uebergange zum Gesichte und hangt seitlich mit den noch knorpligen Seitentheilen der Gehirnkapsel und dem Ursprunge des ersten Visceralbogens (Gaumenbein) zusammen. Bei der grösseren Verknöcherung zeigt sich die genannte Knochenmasse als Emporwucherung mehr ausserhalb und auf der Knorpelsubstanz, die vielmehr zur Vergrösserung der Stirnbeine verwendet wird. Man hat dieselbe mit der ganzen vordersten Partie der Schädelhöle, wie schon erwähnt, zum *os ethmoideum* gerechnet. Sie hat aber keinen Antheil an den Knochenwucherungen eines ausgebildeteren Geruch-Labyrinthes, welche bei dem Frosche überhaupt fehlen; auch zur Bildung der Nasenhöle trägt es gar nichts bei. Es ist, wie gesagt, ein während der Ossification sichtbar werdendes Supplementar-Stück zwischen den Stirn- und Nasenbeinen, welches auch übrigens nie so besonders individuell hervortritt, und dem Frosche

eigenthümlich und gewissermaassen ein Ersatz für die fehlenden Thränenbeine ist.

Von der Visceralhöle wächst zur Verbindung hervor der Oberkiefer. Sein weisslicher knöcherner Bildungsstreifen ist durch die genannte Metamorphose im Larvenzustande um vieles nach hinten erweitert. Er bildet vorzugsweise die Seitenbegränzung des Nasenkanals und der Mundhöle an der oberen Wand. Diejenige Partie, welche mit dem Quadrat- und Paukenbein in Berührung steht, verknöchert später als ein mehr gesondertes Knochenstückchen. Sie gehört aber zu demselben Bildungsstreifen des Oberkiefers, und eine gesonderte Benennung als *os quadrato-maxillare* oder *quadrato-jugale* führt zu keinem Zweck. Bei den Vögeln erzeugen sich aus dem einfachen Bildungsstreifen des Oberkiefers gewöhnlich drei gesonderte Knochenstückchen, welche man verschieden mit *os quadrato-maxillare*, *os jugale* und *os maxillare superius* benannt hat. Diese Namen sind nach dem jetzigen Stande der Entwickelungsgeschichte nicht mehr haltbar und müssen auf das einfache *os maxillare superius* zurückgeführt werden. Auch die Bildungsstreifen des Unterkiefers zerfällen sich bei der Verknöcherung meistens in einzelne Knochenstückchen. Will man sie besonders benennen, so müssen sie wenigstens als Theile eines grösseren, typischen Knochens betrachtet werden. Die Bildungsmasse des Oberkiefers kommt nun von der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens (das Quadratbein mit eingeschlossen). Daher muss Alles, was zwischen dem Quadratbein und dem oberen Zwischenkiefer gelegen, für Oberkiefer gehalten werden. Bei den Fröschen und Vögeln sehe ich den ursprünglichen Bildungsstreifen des Oberkieferbeines auch evident bis zum Quadratbein sich erstrecken.

Der obere Zwischenkiefer, vorzüglich von der Gesichtsbasis zwischen den genannten beiden Verbindungsfortsätzen der oberen und unteren Röhren des Wirbelsystems hervorwachsend, verknöchert an seinem horizontalen Theile ganz so, wie der Knorpel vorhanden war. Sein perpendikulärer Fortsatz drängt sich zwischen die Nasenbeine und entsteht ohne deutlich vorangegangene Knorpelbildung. Er dient zur Vervollständigung des Nasenkanals und der oberen Mundbegränzung.

Sämmtliche drei genannten Bildungsbestandtheile des Gesichts ruhen auf der verlängerten Schädelbasis (Gesichtsbasis), welche noch besonders als Nasenscheidewand auftritt und zugleich die untere Decke der Nasen- und die obere Wand der Mundhöle bilden hilft. Sie hat analog mit den höheren Wirbelthieren eigenthümlich, dass sie sehr spät und selten durchgängig in Verknöcherung übergeht. Am kräftigsten wird der unmittelbar an die Schädelbasis angrenzende Theil ossificirt. In der durch die Gesichtsbestandtheile formirten Nasenhöle liegt die *Membrana Schneideriana*, ohne härtere Gebilde (*os ethmoideum*) zu ihrer Ausbreitung hervorzubilden. Der oberen Mundbegrenzung entgegen tritt nun der schon erwähnte Unterkieferapparat als untere Mundhölenbildung zur Vervollständigung des Gesichtes.

Das sind die Bestandtheile, welche im Gesichte eines jeden Wirbelthieres aufgesucht werden müssen, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt. Accidentell und als Supplemente von grösserer oder geringerer Wichtigkeit behufs der verschiedensten Zwecke erzeugt und entstanden müssen wir alles erklären, was sonst noch bei einzelnen Wirbelthieren und Thierabtheilungen im Gesichte sich vorfinden mag. Auf solche Weise gehören hierher die seitlichen Stirn- oder Thränenbeinfortsätze, die zwischen Stirn- und Nasenbeinen bei den Fröschen befindliche Knochenmasse, ferner alle Knochenstücke, welche zur Hilfsleistung der Gesichtssinnesorgane sich entwickeln, als die Muscheln, die verschiedenen Orbital-Knochen etc.; so auch diejenigen, durch welche eine grössere Festigkeit der Gesichtsknochen bezweckt wird, als der Vomer etc.

§. 47. Der Gesichtsapparat in der einfachen Verbindungsweise beider Röhren des Wirbelsystems zur Bildung der Hölen für den Geruchsinn und für die Aufnahme des Nahrungsstoffes findet sich beim Frosche nach der Metamorphose ganz in der Art, wie die Entwickelungsgeschichte es verlangt. Wenn nun zur grösseren Festigkeit des Kopfes die Knochenwucherungen in den einzelnen Theilen sichtbarer werden, dann entstehen auch hier, wie bei allen Wirbelthieren, Fortsätze, Anhängsel, Supplemente etc., welche dem Typus nicht angehören und stets als Individualitäten zu betrachten sind. So bildet sich beim Frosche eine Knochenlamelle selbst mit Erzeugung von Zähnchen, welche nach den herrschenden Ansichten der vergleichenden Anatomen für den Vomer erklärt

wird. Es entwickelt sich diese Knochenwucherung aus einer ziemlich festen häutigen Masse, welche sich zwischen der Gesichtsbasis, dem Gaumenbein, dem Oberkiefer und oberen Zwischenkiefer befindet; nach vorn die hintere oder innere Nasenöffnung umgiebt und dem Nasenkanal als untere Decke dient. Es ist mithin eine Stelle, wo anfänglich die Bildungsmassen der Gesichtsbasis und des Oberkiefers zusammenstossen. Das Recht diese Knochenlamelle für das Pflugschaarbein, analog mit den höheren Wirbelthieren, zu erklären, muss ich um so mehr bezweifeln, als ausser der Verschiedenheit in der Lage, Funktion und Anzahl der Bestandtheile noch die der Entstehung hinzukommt, indem der Vomer der höheren Wirbelthiere abhängig ist von dem horizontalen Fortsatze des Oberkiefers, welche letztere Bildung bei der niederen Wirbelthier-Abtheilung nicht gefunden wird. Man könnte ihn nach seiner hauptsächlichsten Function und Lage „das untere Nasenbein" oder mit Rücksicht auf die Mundhöle „die Gaumenplatten" der froschartigen Thiere nennen. Indessen sind die Supplementar-Knochen als reine individuelle Formationen jedes einzelnen Thieres oder kleinerer Thierabtheilungen noch besonders der comparativen Anatomie anzuempfehlen. Jetzt, wo die typischen Knochen des Kopfes, wie ich glaube, ziemlich genau bestimmt sind, wird die Bezeichnung der accidentellen Knochen weniger Schwierigkeit machen, doch erfordert sie, um übersichtlich zu werden, eine genaue Kenntniss der Individualitäten einzelner Wirbelthiere, Familien, Klassen etc.

§. 49. Ehe wir den Abschnitt über die Frösche beschliessen, müssen wir noch auf den äusseren Gehörgang und die Trommelhöle mit der *Tuba Eustachii* zurückkommen. Die Metamorphosen der späteren Entwickelungszeit untersuchte ich vorzüglich an Larven von *Bufo igneus*. Daher kann ich über die Entstehung der genannten Theile nichts Genaues angeben. Doch glaube ich aus der Entwickelungsgeschichte des ersten und zweiten Visceralbogens als höchst wahrscheinlich behaupten zu können, dass die erste Visceralspalte unmöglich wie bei den höheren Wirbelthieren auf die bekannte Weise sich metamorphosiren kann; dass mithin die zweite Visceralspalte, die so genannte äussere Kiemenspalte, ihre Stelle vertreten muss. Die Lage der Paukenhöle mit der Eustachischen Trompete bei *Rana fusca* sprechen ganz für solche Entwickelungsweise.

II. Abschnitt.

Die geschwänzten Batrachier.

§. 49. Die geschwänzten Batrachier weichen in den Entwickelungsvorgängen auf mancherlei Weise von den ungeschwänzten ab. Beide Familien vereinigen sich mit den Fischen, um eine uranfänglich wesentlich verschiedene Bildungsform der Wirbelthiere darzustellen und so den Säugethieren, Vögeln und höheren Amphibien gleichsam entgegen zu treten. Dennoch gewährt das Kopfskelet beider grösseren Abtheilungen der nackten Amphibien schon beim ersten Anblik so viele Abweichungen, dass man einen uns bisher fremden Entwickelungsverlauf vorausahnen darf. Die Entwickelungsgeschichte der nackten Amphibien zusammen genommen können uns erst das richtigere Unterscheidungsbild von den höheren Wirbelthieren geben, obschon den unmittelbarsten Gegensatz zu den Säugethieren die Fische bilden werden.

§. 50. Man pflegt in den zoologischen Schriften den Larvenzustand als den nackten Amphibien allgemein angehörig zu betrachten. Dieses ist insofern wohl der Fall, als bei ihnen das Athmungsorgan mehr oder weniger metamorphosirt wird. Indessen ist hiebei die Veränderung der äusseren Form nur gering; Verwandlungen ähnlicher Art kommen ja in der Entwickelungsgeschichte gewöhnlich vor, und wenn nur die äussere Form sich erhält und in der angefangenen Weise fortbildet, so sind wir nicht geneigt einen Larvenzustand anzunehmen. Der Frosch scheint das einzige Wirbelthier zu sein, welches wirklich zum Theil seine ursprüngliche Bildungsweise ändert und eine Larven-Metamorphose eingeht, welche er vorzugsweise der Verwandlung seines ersten Visceralbogens in eine den höheren Wirbelthieren eigenthümliche Form verdankt. Eine solche Metamorphose haben wir bei den geschwänzten Batrachiern nicht zu erwarten.

§. 51. Zu unseren Untersuchungen über die Entwickelung der Molche bedienten wir uns vorzüglich des *Triton cristatus*, welcher um Königsberg am meisten zu finden ist. Es hat mir bei meinen Exkursionen nach diesen Thierchen besonders eine Pflanze, die *Hottonia palustris*, zum Wegweiser gedient. In denjenigen Gräben mit flachem, stehendem Wasser, wo ich die

Hottonie vorfand, konnte ich sicher darauf rechnen Tritonen anzutreffen. Für den Embryologen, dem bekannt ist, wie in sehr vielen Fällen das Auffinden des Materials zu den Untersuchungen mehr Schwierigkeit macht als die Beobachtung selbst; für ihn ist diese Pflanze um so wichtiger, als sie ein wahres Nest für die Tritonen-Eier und die jungen Embryonen bildet. Niemals habe ich eine Hottonie herausgezogen, ohne Eichen daran zu finden; niemals setzte ich das Netz in ihre Nähe, ohne dasselbe von jungen Tritonen gefüllt zu sehen. Der Bau der Pflanze, ihre kleinen, biegsamen Blättchen und die horizontale Lage des ganzen Blattes machen sie geeignet zur Stätte für die eierlegenden Tritonen. Man sieht die Weibchen zur Zeit des Eierlegens, welche für die Untersuchungen sehr vortheilhaft vom Mai bis in den Juli hinein fortwährt, auf den breiten, horizontalen Blättern sitzend den After an die einzelnen kleinen Blättchen andrücken, und dann das herausgekommene Eichen in einer aus demselben Blättchen gebildeten Falte, oder zwischen zweien ankleben. Auf den Wipfeln der Hottonie, wo die jungen hervorspriessenden Blättchen am biegsamsten, die horizontale Ausdehnung derselben zur Stütze am geeignetsten ist, da treffen wir die Eier am zahlreichsten niedergelegt an. Gewöhnlich findet man sie einzeln, in der Gefangenschaft oft eine förmliche Kette derselben, wie bei den Bufonen, und in diesem Falle schienen sie mir immer unbefruchtet zu sein. Man muss übrigens sehr genau zusehen, um das hellgefärbte mit einer durchsichtigen Gallerte umhüllte Eichen aufzufinden, zumal es grösstentheils ganz verdeckt liegt.

Kapitel III.

Die Entwickelung bis zur Knorpelbildung. — Die rein typische Konformation des Kopfes. Entstehung der Visceralbogen- und Schädelhöle.

§. 52. Um die ersten Spuren der Entwickelung des serösen Blattes zum Wirbelsystem zu untersuchen, muss man ja nicht den Zeitpunkt abwarten, wo der Embryo seine Umhüllung verlässt. Dieses geschieht bei den geschwänzten Batrachiern weit später und bei einem schon weiter vorgeschrittenen Entwickelungszustande, als bei den eigentlichen Fröschen. Es ist daher ganz nothwendig den Embryo von seinen Hüllen zu befreien, so

bald man nur bemerkt, dass die runde Form des Eichens länglich zu werden begonnen hat. Diese Operationsweise erfordert bei den Tritonen viel mehr Geschicklichkeit als bei den Fröschen, wo die schwarze Umhüllungshaut das Blastema schützt und zusammenhält und wo letzteres überhaupt von derberer Natur zu sein scheint. Sobald man aber hier die innerste den Embryo dicht umschliessende Haut verletzt oder eingeschnitten hat, so zieht sich dieselbe dergestalt zusammen, dass die weiche Masse des Embryo sogleich zerstört und durch die enge Oeffnung der Eihaut in Stücken herausgepresst wird. Herr v. Bär scheint auf diesen Punkt auch bei den Fischeichen aufmerksam zu machen, so dass also die Molche schon in dieser Hinsicht mit den Fischen übereinstimmen. Am besten gelingt die Befreiung des Embryo von seinen Hüllen, wenn man aus der innersten Haut ein solches Stück schnell herausschneidet, dass bei der Zusammenziehung derselben der Embryo ohne Reibung leicht herausgedrückt werden kann.

§. 53. Wenn wir alsdann den Embryo von ungefähr zwei Linien vor uns liegen haben, so bemerken wir zuförderst den Mangel jener schwarzen Umhüllungshaut, welche bei den Fröschen einen so innigen Zusammenhang mit dem Larvenzustand hatte. Dies ist, was uns zuerst darauf aufmerksam macht, dass wir einen verschiedenen Entwickelungsvorgang zu erwarten haben. Der Embryo ist zur Hälfte grau und zur Hälfte weisslich gefärbt, wie wenn der Froschembryo von der schwarzen Umhüllungshaut befreit daliegt. Diese verschiedene Färbung finden wir, sobald das Eichen gelegt und noch rundlich geformt ist, doch sind wir damals nicht im Stande gewesen, besondere individuelle Bildungen des Wirbelsystems zu entdecken. Jetzt, nachdem die Form des Embryo schon etwas länglich geworden, beobachten wir auch deutlich die ersten Entwickelungen des serösen Blattes, welche eben durch die graue Färbung sich auszeichnen. Man erkennt daran, wann die Oberhaut entfernt ist, zuvörderst das Auge und die Wirbelabzeichnungen des Rumpfes in folgender Art:

An dem schmaleren abgerundeten Ende (Tab. II. Fig. I.), welches den Kopf darstellt, sieht man zu jeder Seite hart an der vordersten Begrenzung eine runde ziemlich grosse Erhabenheit, woran zwar noch keine besondere

Färbung zu bemerken, welche jedoch durch die in der Mitte befindliche kleinere Kugelabtheilung keinen Zweifel übrig lässt, dass sie für das Augenrudiment zu halten ist. Dasselbe ist um die gleiche Zeit bei den Froschembryonen bei Weitem weniger ausgebildet. Vor ihm liegt ein schmaler Saum der Stirnwand, welche letztere in den übrigen Theil der Röhre für die vorderen Zentralorgane des Nervensystems übergeht, bis dann die leicht kenntlichen Rumpfwirbel-Rudimente ihren Anfang nehmen. Anf diese Weise ist die Ausdehnung des Kopfes sehr gut abgezeichnet. Die Rumpfwirbel sind bei ihrer ersten Erscheinung noch nicht scharf abgegrenzt, ungefähr pallisadenförmig und kaum über eine Anzahl von fünf hinausgehend. Nach hinten und unten verlieren sie sich allmählig in das noch ungesonderte, seröse Blatt des hintersten Körperabschnittes, an welchem noch keine Spur einer Rücken- und Visceralplatte sichtbar ist. Die nach oben liegenden Spitzen der entsprechenden Pallisaden beiderseits berühren sich nicht, sondern dazwischen liegt eine durchsichtige Haut, die *Membrana reuniens Rathkenii*, welche nach vorn in die Decke der Schädelhöle übergeht; die unteren Enden der Pallisaden verlieren sich unmerklich in die untere Vereinigungshaut. In ihrer ungefähren Mitte sind sie etwas gebogen und zeigen hierdurch die Scheidungsgrenze der beiden Abtheilungen an, welche der Rücken- und Visceralplatte angehören. Am Kopfe sah ich keine Andeutungen von Wirbelabzeichnungen. Seitdem ich auf die Vereinigungshäute aufmerksamer geworden, habe ich keinen Zustand beobachtet, in welchem eine offen stehende Furche zwischen den Rückenplatten zu bemerken gewesen wäre. Oefterer ereignete es sich zwar, dass wegen der geringen Konsistenz das als *Membrana reuniens superior* sich darstellende seröse Blatt weggerissen wurde, und die Rückenstränge alsdann frei daliegend eine Rückenfurche formirten. Uebrigens aber hat es mir bei den Tritonen noch viel deutlicher als bei den Fröschen geschienen, dass, bevor die Rücken- und Visceralplatten sich deutlich zeigten, die obere und untere Röhre des serösen Blattes gleichsam als Vorbild dastanden *).

---

*) Ich muss überhaupt bemerken, dass die obere Vereinigungshaut wegen der schwarzen Umhüllungshaut und der so äusserst frühen Entwickelung der Rückenplatten bei den Fröschen sich weniger als bei allen übrigen Wirbelthieren markirt.

§. 54. Zwischen dem Auge und dem Rumpfe unter der Schädelhöle findet man die Seitenwände des Embryo etwas aufgetrieben und wellenförmig verlaufend. Diese rauhe, aufgetriebene Wulst bezeichnet die Stelle, wo jetzt das Herz mit seinen in der Bildung begriffenen Aortenbogen gelegen. Es wird nur durch die *Membrana reuniens inferior* gedeckt. Vor der genannten Auftreibung zeigt sich am deutlichsten bei der seitlichen Betrachtung des Embryo die eigentliche Visceralplatte des Kopfes als eine ungefähr dreieckig geformte, grauliche Bildungsmasse. (Tab. II. fig. I. 2. 3.) Sie liegt hinter und unter dem Auge und drängt bei ihrem Hervorwuchs das Herz mit seiner membranösen Decke nach hinten, wie dieses bei allen Wirbelthieren der Fall ist. Sie ist weit consistenter als die Vereinigungshaut des serösen Blattes; dennoch verliert sie sich nach hinten unmerklich in dieselbe, und auch nach unten hört sie mehr häutig auf, ohne die der andern Seite zu berühren. Die drei Ränder der beinahe dreieckigen Fläche sind so gelegt, dass bei der eigenthümlichen Krümmung des Embryo der eine nach hinten, der zweite nach oben und der dritte nach unten sich hinneigt. Zwischen den unteren Rändern jederseits befindet sich nach vorn eine längliche in der Längenaxe verlaufende, von geraden Seiten umfasste Spalte. Sie ist die erste Spur der vorderen Oeffnung der Visceralröhre. Besondere, individuelle Ausbildungen konnten wir gegenwärtig an der Visceralplatte des Kopfes nicht entdecken.

Um die späteren Entwickelungen am Kopfe nicht zu übersehen, ist es nothwendig, das ursprüngliche, jetzt vorhandene Verhältniss der Lage der einzelnen Theile genau aufzufassen. In dieser Hinsicht machen wir darauf aufmerksam, wie die vordere untere Begrenzung des Embryo bei der seitlichen Anschauung gegenwärtig zuerst von einem kleinen Theile der Stirnwand, dann von einer Kreisabtheilung des Auges und endlich von der Visceralplatte des Kopfes, welche in die untere Vereinigungshaut übergeht, gebildet wird.

§. 55. Ehe ich zu der weiteren Fortbildung des Triton-Embryo schreite, ist es nothwendig, auf eine Thatsache zurückzukommen, nach welcher die frühesten Entwickelungen des serösen Blattes zum Wirbelsystem auf die ganze Form des Embryo bei beiden Abtheilungen der nackten Amphibien verschieden ihren Einfluss ausüben (S. S. 1.) Bei den Fröschen sowohl als

bei den Tritonen bemerken wir, dass die erste Bildungsstufe in dem Wirbelsystem durch eine Verlängerung des an sich rundlichen Eichens sich dokumentirt. Auffallend mussten uns die ganz verschieden hiebei enstehenden Formen erscheinen. Bei dem Froschembryo war die Rückenfläche konkav die Bauchseite konvex gekrümmt; das vordere oder Kopf-Ende war breiter, dikker, das hintere oder Schwanz-Ende dagegen verlief immer spitzer werdend nach oben; kurz, die Rücken- und Visceralplatten wendeten sich bei ihm gleich anfangs von dem Eiweisskörper ab, freier nach aufwärts sich entwickelnd, um alsbald mit grösserer Selbstständigkeit in seinen Bewegungen aufzutreten. Bei den Tritonen bildete der anfänglich verlängerte Embryo eine Art von Nierenform. Gerade umgekehrt ist hier die Rückenfläche diejenige, welche konvex, und die Bauchseite, welche mehr konkav verläuft. Im Allgemeinen schmiegt sich der Embryo in dieser Familie anfänglich schmarotzerartig eng an den Eiweisskörper an, als ob die Gebilde des Wirbelsystems nur um denselben herum wachsen wollten. Diese letztere Art ist auch diejenige, welche v. Bär bei den Fischen nachgewiesen hat; ja bei den übrigen Wirbelthierklassen ist, so viel ich beobachtet, ein gleiches Verhalten ursprünglich. Die Frosch-Familie macht allein eine Ausnahme. Es wird durch diese Thatsache sehr kräftig die Ansicht unterstützt, nach welchem gleichsam das Loswinden des Embryo von seinem Eiweisskörper das Unabhängigwerden und die selbstständigere Existenz desselben andeutet. In der That, kein Wirbelthier äussert sein freieres Auftreten durch Bewegungen so frühzeitig und bei so geringen Entwickelungen des ganzen Organismus, als der Frosch. Kaum sind die ersten Visceralfortsätze vorhanden und die Wirbelabtheilungen des Rumpfes erkennbar, so verlassen seine Embryonen die Eihüllen, und von der schwarzen Umhüllungshaut geschützt, sitzen sie mit den Saugnäpfchen schaarenweis an den Grashalmen fest, nur dann und wann eine seitliche Bewegung vollziehend, bis etwas später erfolgreiche Schwimmbewegungen eintreten können. Bringt man in Erwägung, dass die schwarze mit der Larven-Metamorphose der Frösche in so enger Beziehung stehende Umhüllungshaut ein so frühzeitiges Verlassen der Eihäute möglich macht, so wird man geneigt sein zwischen ihr und der genannten Entwickelungsweise, wie sie der Froschfamilie nur eigenthümlich ist, einen inneren Zusammenhang aufzufinden; ja man kann sie nebst der schwarzen Umhül-

lungshaut *) als die frühesten Momente ansehen, welche auf die Larvenmetamorphose hindeuten.

§. 56. Der nächste Schritt in der Entwickelung des Triton-Embryo (Tab. II. fig. 4. 5. 6.) macht sich schon durch die Veränderung der ganzen Form bemerklich. Jetzt tritt der Zeitpunkt ein, in welchem das Streben zur Unabhängigkeit und zum selbstständigen Auftreten sichtbar wird. Es ist natürlich, dass auch in den jetzt folgenden gleichen Entwickelungsstufen beider Abtheilungen der nackten Amphibien die Form des Embryo bei den vorangegangenen, verschiedenen Bedingungen wieder von einander abweichen werden. Es entsteht jetzt bei den Tritonen, indem sich das Schwanz- und Kopfende von dem Eiweisskörper loswindet, jene Gestalt, welche v. Bär in seiner Entwickelungsgeschichte der Fische zuerst mit einer Birn-, dann mit einer Retorten-Form verglichen hat. Das Schwanz-Ende bleibt, nachdem es sich schon losgelöset, dennoch vorläufig nach unten und nicht sogleich aufwärts gewandt wie beim Frosch-Embryo; so auch die Kopf-Abtheilung.

Ein solcher Embryo eines Triton hat ungefähr die Grösse von drei Linien. An dem Rumpfe erkennt man nach dem Abzuge der Oberhaut sehr deutlich die Abzeichnungen der Wirbel, welche in einer Anzahl von zehn bei ihrem Verlaufe nach hinten allmählig eine etwas nach unten geneigte Lage annehmen. Oben und unten verbinden die Vereinigungshäute die respectiven Enden. Ihre oberen pallisadenartigen Spitzen haben sich mehr abgestumpft und ähneln in ihrer Form denen bei den Frosch-Embryonen; die scheinbare Abweichung liegt nur in der Art der eigenthümlichen Krümmung nach hinten. An dem Schwanz-Ende sind sie weniger ausgeprägt als um dieselbe Zeit bei den Fröschen, was wiederum darin seinen Grund hat, dass der Schwanz bei letzteren frühzeitiger entwickelt und gebraucht wird, um später wieder auf immer zu verschwinden. Der in der ungefähren Mitte sich befindende Winkel eines jeden Wirbel-Rudimentes ist als Scheidungsgrenze der Rücken- und Visceralplatte jetzt ganz deutlich.

Am Kopfe sieht man kaum eine Spur von der Wirbelabzeichnung. An der wulstigen Hervortreibung unter der Schädelhöle bemerkt man noch keine Entwickelung äusserer Kiemen. Noch immer ist das Auge, obschon

*) l. statt der „schwarzen Umhüllungshaut" — „angeführten Entwickelungsart."

deutlich aus zwei Kugelabschnitten zusammengesetzt, ohne Färbung. Bald hinter demselben befindet sich eine zweite, weissliche, rundliche Bildungsmasse als erste Spur des Ohrlabyrinthes, welches sich bei den Tritonen anfangs nicht wie ein unter der Haut liegendes Bläschen dokumentirt, sondern nur als ein rundlicher von dem übrigen Blastema abgesonderter Körper.

An der Visceralplatte des Kopfes zeigen sich jetzt gleich hinter dem Auge die abgerundeten kolbigen, ersten Visceralfortsätze, welche wie zwei kleine Hügel an der unteren konkaven Begrenzung des Embryonal-Körpers hervortreten und bald zu dem ersten Visceralbogen sich vereinigen. Von dem zweiten Visceralbogen sieht man jetzt keine Andeutung.

Das verschiedene Verhalten des ersten Visceralbogens bei den Wirbelthieren.

§. 57. Die Form der ganzen Visceralfortsätze und des durch sie gebildeten Bogens ist im Wesentlichen mit der bei den Fröschen übereinstimmend. Sie weicht mit letzterer von der bei den höheren Wirbelthieren insofern ab, als vorn und oben am ersten Visceralbogen eine Beugung nach unten nicht stattfindet, wodurch bei den höheren Wirbelthieren eine vordere obere Partie desselben gleich anfangs für das Gesicht gewissermaassen abgesondert und stärker ausgebildet wird. Wir haben über die Bedingung, welche einen solchen Bildungsvorgang bei der höheren Wirbelthier-Abtheilung zu Wege bringt, nämlich über die Gesichtskopfbeuge, schon bei den Fröschen das Nöthige zur Erklärung und Deutung angeführt, und unterlassen hier dasselbe zu wiederholen, da bei den Tritonen dieselben Umstände obwalten.

Doch können wir eine wichtige Erscheinung nicht übergehen, welche uns bei der Betrachtung der Anheftung des ersten Visceralfortsatzes der Tritonen an den Schädel im Vergleich zu demselben bei den ungeschwänzten Batrachiern sogleich auffällt. Die Stellung des Auges war nämlich bei den letzteren dicht über der breiteren und längeren Basis und dem Ursprunge des ersten Visceralfortsatzes. Bei den geschwänzten Batrachiern und, wie es scheint, auch bei den Fischen ist das Auge mit der Stirnwand mehr vorgelagert, und die Visceralplatte des Kopfes mit ihrer ersten individuellen Hervorbildung nimmt erst hinter den Augen-Rudimenten ihren Anfang. Während also die Schädelabtheilung des ersten Visceralbogens bei dem Frosche mit einem erweiterten Ursprunge, wie auch modifizirt bei den höheren

Wirbelthieren, vielmehr an dem vorderen Ende des ersten Schädelwirbelbogens anliegt, so ist sie bei den Tritonen und wahrscheinlich auch bei den Fischen nur auf die hintere Partie desselben beschränkt. Diese verschiedene Lage bei ursprünglich gleicher Form und gleichem Verlaufe ist der wesentlichste Unterschied in der Bildung des Kopfes bei beiden Abtheilungen der nackten Amphibien, worauf auch im entwickelten Zustande die Verschiedenheiten und Abweichungen beider Skelette zurückzuführen sein müssen: wir haben einen weniger ausgebildeten ersten Visceralbogen bei den Tritonen zu erwarten.

§. 58. Vergleichen wir nun die Lage derjenigen Partie des ersten Visceralbogens, welche auch bei den höheren Wirbelthieren den geraden, abwärts gehenden Verlauf hat, und woraus der Meckelsche Knorpel mit dem Unterkieferapparat nebst dem Uebergangsstücke der Schädel-Abtheilung, dem Quadratbeine mit dem *Os tympanicum*, sich entwickelt, so ist sie gleichfalls hinter dem Auge am hinteren Ende des ersten Schädelwirbelbogens vorhanden. Bei den Fröschen kommt diese Lage der genannten Theile nachträglich durch den Rückzug während der Metamorphose der Larve zu Stande; sie ist aber im ausgebildeten Thiere auch zu finden. Wir sehen also, dass bei sämmtlichen Wirbelthieren die gerade nach unten verlaufende Partie des ersten Visceralbogens gemeinschaftlich, und bei den niederen Wirbelthieren nur allein vorhanden ist, und werden vorausahnen, welche Skelettheile demnach in den entwickelten Tritonen anzutreffen sind. Auf diese Weise erhalten wir also mit dem Mangel einer Gesichtskopfbeuge in der niederen Wirbelthierabtheilung zugleich einen ersten Visceralbogen, wie er ursprünglich den Wirbelthieren seiner Form und Lage nach zugetheilt zu sein scheint. Eine Ausnahme machen, wie auch in vielen anderen Hinsichten, die Froschthiere, welche bei einer ursprünglich einfachen Form des ersten Visceralbogens, wie bei den niederen Wirbelthieren allgemein, eine erweiterte Ausbildung an ihrem Ursprunge und so eine modifizirte Lage bis dicht unter dem Auge erhalten haben, wie dieses bei den höheren Wirbelthieren mit veränderter Form zugleich der Fall ist. Ihre eigenthümliche Larven-Metamorphose veranlasst nachträglich neben dieser gleichen Ausdehnung eine Form-Veränderung, wodurch sie auch in dieser Hinsicht den höheren Wirbelthieren näher gestellt werden. Diese Eigenthümlichkeit in der Entwickelungsweise

des ersten Visceralbogens der ungeschwänzten Batrachier lässt wiederum einen innigeren Zusammenhang mit dem Larvenzustande erkennen, geht mit den übrigen Umänderungen des Wirbelsystems Hand in Hand, und bestätigt dadurch unsere ausgesprochene Ansicht, dass man den Fröschen ein Unrecht anthut, wenn man sie mit den übrigen nackten Amphibien ganz in eine Kategorie stellt. Auch die Metamorphose des Darmkanals bei den Fröschen ist von einer Art, dass sie durchaus nicht mit der geringen bei den Tritonen zusammengestellt werden kann.

In Beachtung der Momente, welche ausser der Gesichtskopfbeuge auf die modifizirte Entwickelung des ersten Visceralbogens Einfluss haben, heben wir noch die Stirnwand mit dem Auge hervor. Durch die grössere Wölbung der letzteren bei den höheren Wirbelthieren gelangte das Auge höher hinauf und gestattete dadurch der Ausbildung der Visceralplatte des Kopfes nach vorn freieren Spielraum. Bei den Fröschen ist das Auge daher während der Entstehung des ersten Visceralfortsatzes so wenig entwickelt, dass es beinahe gar keinen Einfluss auf denselben ausüben kann, obgleich die Stirnwand wenig gewölbt und die frühsten Augenrudimente seitlich und auch tiefer gelagert sind. Das Auge der Tritonen dagegen ist mir bis jetzt in gleichen Entwickelungszuständen unter allen Wirbelthieren am ausgebildetsten vorgekommen, so zwar, dass, bevor noch der erste Visceralfortsatz gebildet, dasselbe, mit seinem unteren Abschnitte unter das Niveau der häutigen Schädelbasis hinuntergetreten ist, und wie wir gesehen, einen Theil der vordersten unteren Begrenzung des Embryo an der Stelle der Visceralplatte ausmacht. Das ist allerdings ein Umstand, welcher auf die Entwickelung der vordersten Abtheilung der Kopf-Visceralplatte einwirken muss.

Die typische Bildung des Gesichtes.

§. 59. Wir kehren nun wieder zum Triton zurück. Beinahe um dieselbe Zeit der deutlichen Hervorbildung der ersten Visceralfortsätze sehen wir auch die hauptsächlichsten Bildungsbestandtheile zur Aufbauung des Gesichtes entstehen. Wir machten vorhin darauf aufmerksam, dass an der vordersten unteren Begrenzung des Kopfes zwischen der Stirnwand und der frühsten Visceralplatte des Kopfes der untere Abschnitt des Auges sich her-

vorgedrängt hatte. Allmählig übernehmen nun an Stelle des letzteren andere Entwickelungen die Begrenzung und machen uns eben dadurch die Erkenntniss derselben leichter. Zuerst wachsen von der Stirnwand, wegen der eigenthümlichen Krümmung des Embryo, nach hinten die vorderen Stirn- oder Nasenfortsätze hervor. Sie stimmen in der Art ihres Hervortretens und des Wachsthumes, in der Form und Lage ganz mit den gleichbenannten der ungeschwänzten Batrachier überein, lassen sich auch hier, wenn der Embryo eine Zeitlang in schwacher Salpetersäure gelegen, mit leichter Mühe als für sich bestehende Bildungsbestandtheile darstellen und weichen mit jenen auf die dort erwähnte Weise von den vorderen Stirnfortsätzen der höheren Wirbelthiere ab. Als Stütze dient ihnen und dem ganzen Gesichte, wie überall bei den Wirbelthieren, die als Gesichtsbasis sich verlängernde Schädelbasis.

Bald darauf, und noch ehe die ersten Visceralfortsätze sich zu einem Bogen vereinigt, haben sich von denselben, den vorderen Stirnfortsätzen entgegenwachsend, die zweiten Gesichtsbildungstheile, die sogenannten Oberkieferfortsätze entwickelt. Sie sind hier, gerade wie bei den Fröschen, weniger voluminös und kolbenartig, als bei den höheren Wirbelthieren und namentlich den Säugethieren. Es verläuft vielmehr ihre mehr häutige Bildungsmasse von der Wurzel der respektiven Visceralfortsätze längs der unteren Abtheilung der Augen gegen die Nasen-Fortsätze der Stirnwand. Wegen der verschiedenen Lage des ersten Visceralfortsatzes zum Auge bei den Tritonen und Fröschen, konnte der ursprüngliche Verlauf des Oberkiefer-Bildungstreifens bei beiden sich nicht gleichen. Derselbe war bei den Fröschen mehr an der vorderen Abtheilung des Auges und wird erst später durch die Larven-Metamorphose auf die Lage bei den Tritonen zurückgeführt.

Dieses verschiedene Verhalten des ursprünglichen Bildungsstreifens des Oberkiefers bei den nackten Amphibien hat auch bei ihnen über die Existenz eines seitlichen Stirn- oder Thränenbein-Fortsatzes entschieden. Bei den Fröschen ist dieser mehr als Supplement auftretende Bildungstheil wegen des nahen Aneinanderliegens des Nasen- und Oberkiefer-Fortsatzes von geringem Belange; seine Entwickelung wird entbehrlich gemacht, dagegen die einfache zwischen der Stirnwand und den Nasenfortsätzen gelegene Bildungsmasse gewissermaassen als Ersatz gegeben. Bei den Tritonen fällt dieses

letztere weg, und es zeigen sich, wie wir später sehen werden, analog den höheren Wirbelthieren die Thränenbein-Fortsätze zur Seite der Stirnwand.

Die vordere Oeffnung der Visceralröhre des Kopfes ist durch die erwähnten Bildungsvorgänge gleichfalls verändert. Ihre einfache in der Richtung der senkrechten Axe verlaufende Spalte verbleibt so lange, bis die Gesichtsbildungs-Bestandtheile hervortreten. Das Hervorwachsen der vorderen Stirnfortsätze und die beginnende Entwickelung der Oberkiefer-Bildungsstreifen machen an ihrer oberen Abtheilung eine dachförmige Begrenzung. Aehnlich, wenn auch nicht ganz so deutlich, wird auch die untere Abtheilung durch das Aneinanderliegen der Endkolben der ersten Visceralfortsätze in ihrer Form abgeändert.

Vervollständigung der Konformation des Kopfes.

Einiges Allgemeines über den Embryo.

§. 60. Im Verfolge der weiteren Entwickelung des Triton (sieh. Tab. II. Fig. 7. 8. 9. 10. 11.) sehen wir nun bald den in seinen Urbildungstheilen vollständig gewordenen Embryo vor uns. Man kann in der Entwickelungsgeschichte die einzelnen Perioden nicht streng scheiden. Wir gehen daher in der Beschreibung der einzelnen Bildungsrudimente der leichteren Verständlichkeit wegen zuweilen weiter, als es der Entwickelungsstand wirklich darbietet. Der Embryo, welchen wir jetzt zu unserer Anschauung bringen, zeigt an dem Aeusseren des Körpers gewisse allgemeine und besondere Veränderungen, welche wir vorausschicken wollen, ehe wir zur Kopfbildung übergehen.

In der jetzigen Zeit beginnt der Embryo vor Allem zu einem selbstständigen Leben sich auszubilden. Die gekrümmte Form desselben verwandelt sich allmählig in eine ganz gerade, indem das Kopf- und Schwanzende nach aufwärts von dem Eiweisskörper sich gleichsam loswindend in eine Linie mit dem Mittelkörper sich stellen. Der ganze Leib ist dünner, schmächtiger geworden, hat ungefähr eine Länge von fünf Linien erreicht und durchbricht nun mittelst angestrengterer Bewegungen die schon sehr verkümmerten Eihüllen. An dem vorderen Ende desselben sehen wir jene gewellte Auftreibung des Herzens mit seinen Gefässbogen durch den Hervorwuchs der Vis-

ceralbogen beinahe hinter den Kopf znrückgedrängt. Da, wo die *Membrana reuniens inferior* an den Aortenbogen gelegen, ist sie leichter entfernbar, und es lassen sich so die Gefässbogen mit ihren Spalten theilweise freilegen. Bald treten nach der Reihenfolge, wie durch den Blutstrom hervorgetrieben, und bedeckt von der unteren Vereinigungshaut, die äusseren Kiemen an den Tag (Tab. II. Fig. 9.) Sie sind anfangs ganz einfache Fortsätze, gleichsam Kiemenstummel, doch erkennt man sogleich bei geringer Vergrösserung den darin sich bewegenden Blutstrom, so dass sie mir in der That nichts Anderes als Gefässschlingen unter dem Schutze der *Membrana reuniens inferior* zu bilden scheinen. Die letzte äussere Kieme tritt etwas später als die beiden ersten hervor.

Hinter den äusseren Kiemenstummeln zeigt sich ein dickerer zylinderförmiger Fortsatz, welcher von der Visceralplatte des Rumpfes sich entwikkelt. Es ist die erste Spur der oberen Extremität, welche selbst noch nach dem Heraustritt des Embryo aus seinen Häuten nur eine einfache Bildungsmasse ohne alle Bewegungszeichen darstellt und im Innern keine Spur von Blutzirkulation erkennen lässt. Der Fortsatz der oberen Extremität und die drei äusseren Kiemen liegen ziemlich nahe hintereinander und sind leicht zu unterscheiden; einen vierten Kiemenkolben sah ich hier, wie bei den Fröschen, niemals.

Visceralhöle.

§. 61. Der Kopf des Triton-Embryo ist bei dessen Herauskriechen aus den Eihüllen beinahe vollständig in seinen Urbestandtheilen vorhanden. Die ersten Visceralfortsätze verlängern sich noch ein wenig nach unten, und vereinigen sich alsdann zum ersten Visceralbogen, welcher in seiner Form und Lage, wie wir vorhin zeigten, das einfachste Bild eines ersten Visceralbogens bei den Wirbelthieren wiedergiebt.

Während die genannte Vereinigung vor sich geht, wächst gleich hinter dem Auge von der Stelle, wo ursprünglich das erste Rudiment der Kopf-Visceralplatte sich vorfindet, beiderseits eine Erhabenheit hervor, welche allmählig sich mehr und mehr nach unten hinneigend erweitert, und zuletzt zu einem zylinderförmigen ungefähr zwei Linien langen, dünnen Fortsatze sich

ausbildet, dessen äusserstes Ende nur um ein Weniges angeschwollen erscheint. Dieser lange, dünne Fortsatz der Kopf-Visceralplatte zeigt sich in seiner ersten Andeutung früher, als die in der ursprünglichen Form sehr ähnlichen äusseren Kiemenstummel, und auch früher als der weit dickere Fortsatz der vorderen Extremität. Bei dem Heraustreten des Embryo aus seinen Umhüllungen ist er beinahe vollständig ausgewachsen und um diese Zeit kann man zum wichtigen Unterschiede von den äusseren Kiemen keinen Blutstrom darin gewahr werden. Erst, wenn der Embryo sich mehre Tage frei umherbewegt hat, und die äusseren Kiemenstummel schon Nebenästchen entwickeln, sieht man in dem genannten Fortsatze, wie auch in der oberen Extremität, die Ernährungsgefässe in einer einfachen Schlinge verlaufen.

Ueber seine Funktion kommt man sehr bald ins Klare, wenn man das ruhige Verhalten des Embryo im Wasser beobachtet. Immer sind es dann diese beiden zylinderförmigen, langen Fortsätze, auf welchen die Thierchen ausruhend sich stützen. Beim Schwimmen werden sie dicht an den Leib angepresst, und in der Ruhe behufs ihrer Funktion nach unten und aussen gestellt. Trotz dieser augenscheinlichen Bewegungen ist es mir nicht gelungen innerhalb der einförmigen Bildungsmasse eine muskelartige Scheidung in der Nähe des Fortsatzes aufzufinden. Späterhin, sobald die vorderen Extremitäten des Rumpfes vollständig ausgebildet sind, verkümmert er allmählig und schwindet gänzlich, ohne zu irgend etwas Anderem, als zu dem eben beschriebenen, zur Stütze des jungen Triton dienenden Bewegungsorgane sich zu entwickeln.

Sowohl die Art seiner Hervorbildung aus der Visceralplatte des Kopfes, als auch die bezeichnete Funktion geben uns in diesem dünnen zylinderförmigen Fortsatze das seltene, und wie es scheint, einzige Beispiel einer ephemeren, aber doch wahren Kopfextremität bei den Wirbelthieren. In einer frühen Entwickelungszeit, bevor die Fingerbildung an den Vorder- und Hinterfüssen eingetreten, sind alle drei Extremitäten des Embryo sich ganz ähnlich. Die Lokalität und das abweichende Volumen machen den unwesentlichen Unterschied in den Bildungsfortsätzen dieser drei Extremitäten, deren Identität die Genesis und Funktion darlegt.

§. 62. Hinter dem ersten Visceralfortsatz hat sich allmählig durch die erste Visceralspalte getrennt auch der zweite entwickelt. An seinem Ursprunge können wir ihn, wie überall bei den Wirbelthieren, in die Nähe des Ohrlabyrinthes verfolgen. Bei der ursprünglichen Lage dieses letzteren in den Seitentheilen der Schädelhöle zwischen dem zweiten und dritten Wirbel liegt die Basis des zweiten Visceralfortsatzes natürlich mehr vor dem Ohrlabyrinth, dessen spätere Vergrösserung auch diese in Anspruch nimmt. Bei den höheren Wirbelthieren war dies Lagerungs-Verhältniss durch die Gesichtskopfbeuge, wie schon bei den Fröschen ausführlicher gezeigt wurde, etwas abgeändert. Durch das Erscheinen und das Fortwachsen der zweiten Visceralfortsätze wird das Herz mit seinen Aortenbogen und dadurch auch ihre äusserlich sich abzeichnende Wulst bis zur zweiten Visceralspalte zurückgedrängt. Die zweiten Visceralfortsätze entwickeln sich sonst von der Kopfvisceralplatte ganz so, wie die ersten. Sie sind etwas schwieriger in ihrer Ausbildung zu beobachten, weil ihr Volumen nicht so bedeutend ist und sie überdies durch die dahinter liegende, rauhe Wulst der Gefässbogen etwas verdeckt gehalten werden. Ist die Vereinigung der beiden zweiten Visceral-Fortsätze geschehen, so ist die Form des dadurch entstandenen Visceralbogens dem ersten ganz gleich. Beide sind dann, wie gewöhnlich, durch eine Spalte, der ersten Viceralspalte, geschieden.

Hinter dem zweiten Visceralbogen und vor der Visceralplatte des Rumpfes befindet sich, auf dem Uebergange des Kopfes zum Rumpfe, die äussere Kiemen- oder zweite Visceralspalte. Ihr Lagerungsverhältniss stimmt ganz mit dem bei den Fröschen überein. Oben treten die Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes zusammen, unten in der Mitte geht von dem Schlussstücke des zweiten Visceralbogens die *Membrana reuniens inferior*, nachdem das Pericardium gebildet, in zwei Blätter sowohl über als unter dem Herzen hinweg, um mit der unteren Vereinigungshaut des Rumpfes und mit der hinunterwachsenden Visceralplatte desselben zusammenzukommen. Durch sie hindurch wachsen nun die äusseren Kiemenfortsätze, und von dem hinteren und mehr äusseren Rande des zweiten Visceralbogens entwickelt sich zum Schutze der Aortenbogen eine häutige Platte, welche die Funktion des Kiemendeckels übernimmt. Sie ist derselbe hintere Fortsatz des zweiten Visceralbogens, welchen

wir kaum als Rudiment bei den Säugethieren, stärker ausgebildet bei den Vögeln, als Kiemendeckel fungirend bei den Fröschen, jedoch am vollständigsten in letzterer Funktion bis jetzt bei den Tritonen beobachteten. (Tab. II. Fig. 9.)

Das Gesicht.

§. 63. Das Gesicht als der Verbindungstheil der oberen und unteren Röhre des Wirbelsystems oder der Visceral- und Rückenplattenröhre vervollständigt sich in seiner Konformation folgender Art. Zwischen dem vorderen Stirnfortsatze und der vorderen Abtheilung des Auges entwickelt sich die Bildungsmasse der Stirnwand etwas individueller und wird zu einem Bildungstheil, welchen wir auch bei den höheren Wirbelthieren an derselben Stelle vorfanden und für den Thränenbein-Fortsatz erklärten. Wenn dieser Bildungs-Fortsatz bei den Säugethieren der kleinste von allen Gesichtsbestandtheilen ist, bei den Vögeln und höheren Amphibien in der Ausdehnung zwar hinlänglich markirt, doch wenig sich erhebend dasteht, so darf ich bemerken, dass er bei dem Triton sehr leicht zu übersehen ist, und eine grosse Aufmerksamkeit des Beobachters erfordert. Wir rathen wiederum zur leichteren Erkenntniss desselben den Embryo in schwacher Salpetersäure zu erhärten, wodurch die Bildungstheile sich leichter isolirt darstellen lassen. Dieser seitliche Stirn- oder Thränenbein-Fortsatz tritt nun mit jenen beiden, auf der vorgewachsenen Schädel- oder der Gesichtsbasis sich stüzzenden, Bildungsfortsätzen in Berührung, welche durch ihre Vereinigung dem Verbindungstheile beider Röhren des Wirbelsystems (der oberen Gesichtshälfte) seine Grundlage geben. Diese beiden letzteren Fortsätze, der Nasen- und Oberkiefer-Fortsatz vergrössern sich nämlich in dieser Periode auf die bekannte Weise. Der vordere Stirnfortsatz erweitert sich wegen der eigenthümlichen Krümmung des Embryo von vorn nach hinten, der Oberkiefer-Bildungsstreifen von hinten nach vorn. Dieser letztere berührt nun zuerst den seitlichen Stirnfortsatz, dann tritt er mit dem Nasenfortsatz in Berührung und verschmilzt mit ihm. In solcher Art wird der Nasenkanal zusammengesetzt. Oben liegen als Decke der vordere und seitliche Stirnfortsatz, seitlich und unten der Oberkiefer mit der Gesichtsbasis.

Zum vervollständigenden Schlusse entwickelt sich nun von der Gesichtsbasis hauptsächlich hervortretend der obere Zwischenkiefer, welcher

jetzt bei dem Herausschlüpfen des Embryo aus seinen Eihüllen nur als Andeutung vorhanden ist. Durch ihn wird die Formation der oberen Gesichtshälfte vervollkommnet, und nach und nach auch zum grossen Theile die äussere Nasenöffnung gebildet, welche ursprünglich zwischen den Stirnfortsätzen und den Oberkiefer-Bildungsstreifen jederseits gelegen ist. Die hintere oder innere Oeffnung des Nasenkanals wird von den sich vereinigenden Bildungsmassen der Gesichtsbasis und des Oberkiefers umgeben.

Die vordere Oeffnung der Visceralröhre des Kopfes oder die Mundöffnung, welche ursprünglich eine einfache Spalte darstellt, dann durch die dachförmige Stellung der Gesichtsbildungs- und Visceralfortsätze in ein mit abgerundeten Ecken versehenes Quadrangulum verwandelt wird; ist bei der grösseren Ausbildung der sie umschliessenden Theile in ihrer Längendimension verringert und in der Breite mehr und mehr erweitert, so dass wir nun schon bei der jetzigen Formation die Identität mit der Mundöffnung nicht verkennen können. Die Entwickelungsvorgänge sind hier dieselben wie bei den ungeschwänzten Batrachiern.

§. 64. Ehe wir diese Entwickelungsperiode beschliessen, müssen wir noch auf die Schädelhöle zurückkommen. Die so geringe Ausbildung des Gehirns scheint mir die Veranlassung, warum bei den Triton-Embryonen noch weniger, als bei den Fröschen, die Wirbelabzeichnungen erkennbar sind. Es ist mir durch die Entwickelungsgeschichte immer klarer geworden, wie sehr die Wirbelabscheidungen des Schädels sich nach der Ausbildung der Gehirntheile richten, so zwar, dass die grossen Hemisphären, die *lobi optici* und das *cerebellum* die entscheidenden Momente für die drei Schädelwirbelbogen sind. Waren wir bei den Säugethieren im Stande nach den Wirbelabzeichnungen des häutigen Schädels die Lage der Visceralbogen zu bestimmen, so sind wir bei dem Triton schon so weit gekommen, dass wir gerade umgekehrt durch die Visceralbogen über die entsprechenden Wirbel des Schädels entscheiden müssen. Das Ohrlabyrinth und das Auge, namentlich aber das erstere, sind wegen der konsequenten ursprünglichen Lage bei allen Wirbelthieren ausser den Visceralbogen noch recht wichtige Unterstützungsmittel bei der Unterscheidung der einzelnen Schädelwirbel.

Herr Professor Ant. Dugès hat in der schon öfters erwähnten Schrift „über die Entwickelung des Wirbelsystems der Batrachier“ etc. auch bei den Tritonen auf die Urform des Kopfes so wenig Rücksicht genommen, dass wir das daselbst Angeführte ganz übergehen dürfen.

Vollendung der typischen Konformation des Kopfes *).

§. 65. Sobald der Tritonembryo die Eihüllen verlassen, bewegt er sich gleich sehr behende im Wasser und gebraucht die an seinem Kopfe befindlichen Extremitäten als Stützen in der Ruhe. In den ersten Tagen seines selbstständigen Lebens vervollkommnet sich nun vollends die Urform seines Wirbelsystems. Vorzüglich bemerken wir jetzt die vollständige Bildung der Mundöffnung durch die Bildungsmassen der beiden Zwischenkiefer. Sie treten an der oberen Gesichtshälfte in der schon angegebenen Weise hauptsächlich von der Gesichtsbasis zwischen die vorderen Stirnfortsätze und die Oberkiefer - Bildungsmassen als zwei platte Hügelchen hervor, und formiren mit den oberen Kiefern die einfache, halbkreisförmige, obere Mundbegrenzung. Der untere Zwischenkiefer entwickelt sich an der Vereinigungsstelle der zusammengekommenen ersten Visceralfortsätze. Die Bildungsmasse häuft sich zuerst daselbst an und füllt allmählig jene an dem vorderen Rande gelegene Einkerbung aus, welche zwischen den Endkolben der vereinigten Visceralfortsätze zurückgeblieben. Alsdann treten, wie bei den höheren Wirbelthieren, mehr von der äusseren Fläche der genannten Stelle zwei Hügelchen hervor, um die frühsten Spuren der unteren Zwischenkiefer anzudeuten. Diese vereinigen sich und verschmelzen mit der Bildungsmasse an der äusseren Fläche der Visceralfortsätze, wo die Unterkiefer bei den Säugethieren augenscheinlicher, hier wegen des Mangels von Weichtheilen vor der Konsolidirung sich weniger dokumentiren.

Dadurch wird die einfach verlaufende untere Mundbegrenzung formirt, welche allmählig aus einer früher konkaven in eine konvexe Krümmung übergegangen ist. Dieses letztere Verhalten wird besonders dadurch zu Wege gebracht, dass sämmtliche Schlussstücke der Visceralbogen bei ihrer Vergrösse-

*) Sieh. Tab. II. Fig. 12. 13.

rung in allen Wirbelthierklassen mehr oder weniger vorwärts gerichtet werden. Als Hilfsmittel bei diesem Bildungsvorgange scheint das immer dicht an den Visceralbogen anliegende und erst durch letztere gleichsam von vorn nach hinten zurückgedrängte Herz mit seinen Aortenbogen betrachtet werden zu müssen. Auf diese Weise wird das mit vier abgerundeten Ecken versehene Quadrangulum der vorderen Oeffnung der Kopfvisceralröhre nach und nach in der Queraxe des Embryo immer mehr zusammengedrückt und von oben und unten verengt. Es entsteht eine Mundöffnung, welche eine sichelförmige Spaltform angenommen, und in der Queraxe des Embryo verlaufend die ursprüngliche, einfache, vordere Oeffnung der Kopfvisceralröhre gerade durchschneidet. Diese Mundform ist auch diejenige, welche Herr v. Bär in seiner Entwickelungsgeschichte der Fische naturgetreu gezeichnet (e. l. Fig. 22.), und ich bin nicht abgeneigt aus dieser blossen Mundöffnung auf eine gleiche Urform des Gesichtes bei den Fischen nnd Tritonen zu schliessen. Ist so die Mundform vollendet, so ersetzt die Natur vor der individuellen Ausbildung des Kieferapparats die kräftigere Mundbegrenzung durch eine ziemlich konsistente häutige Bildung, welche besonders an dem Oberkiefer entwickelt ist und über den unteren Kiefer hinüberragt.

Kapitel V.

Die typische Bildung des Kopfknorpelsystems der Tritonen.

Grundlegung des Kopfknorpelskelets.

§. 66. Wir kommen jetzt zu einer neuen Periode in der Entwickelung des Triton, in welcher nach der formalen Bildung des Embryo die Sonderung der Bildungsmasse in Hart- und Weichgebilde eintritt.

Auch äusserlich bemerken wir an dem Embryo mancherlei Veränderungen. An der vorderen Extremität des Rumpfes zeigt sich die beginnende Fingerbildung, während zu gleicher Zeit die Kopfextremität in den Verkümmerungsprozess eingeht. Ist dann die erstere vollkommen ausgebildet und in den Stand gesetzt die Unterstützung des Körpers zu übernehmen, so sehen wir letztere verkümmern, und plötzlich ganz verschwinden. Bald darauf treten die Rudimente der hinteren Rumpfextremitäten, ganz in der Weise

wie die vorderen, von der Visceralplatte als Fortsätze hervor. Die äusseren Kiemen, welche zuerst als einfache Fortsätze in der zweiten Visceralspalte sichtbar werden, fangen an nach der Reihenfolge ihres Hervorwachsens Nebenästchen zu bilden. Wie unregelmässig auch zu Anfange diese Verästelung erscheinen mag, so zeigt sich sehr bald die grösste Ordnung, indem an dem einfachen länglichen Kiemenfortsatze die Nebenästchen wie die einzelnen Federchen der Fahne an dem Kiele der Feder ansitzen. Die erste am meisten unterwärts gelegene Federkieme ist am frühsten ausgebildet; am spätesten ist dies bei der am meisten nach oben hervorwachsenden dritten der Fall. Tritt die Zeit der Verkümmerung ein, so geschieht dieses gerade in derselben Reihenfolge wie bei der Entstehung. Kaum ist noch eine Spur der ersten Kieme sichtbar, so sieht man die dritte und letzte noch in voller Kraft. An den Gefässbogen der Aorta entwickeln sich während dieser Zeit die knorpligen Kiemenbogen, welche wir, wie bei den Fröschen, wiederum insgesammt mit dem Zungenbeinkörper vom zweiten Visceralbogen betrachten wollen. So viel von dem Allgemeinen des Embryo, insoweit es zu unserer ferneren Darstellung erforderlich ist.

§. 67. Nach Vollendung der Urform in den Rücken- und Visceralplatten, als dem ursprünglichen Bildungsstoff des Wirbelsystems, geschieht nun die Sonderung in das Muskelsystem und in die Skelettheile, wodurch der Eingang in die besondere Individualisation gegeben ist. Es zeigt sich diese Entwickelungsperiode alsbald durch eine Veränderung der Bildungsmasse selbst an. Bisher bildete dieselbe ein mehr undurchsichtiges, weissgefärbtes, körniges Blastema, durch welches hindurch ich durchaus nicht, wie ich wohl glaubte, das schwach gefärbte Blut in seinen Strömen zu erkennen im Stande gewesen bin. Dieses vermochte ich nur an den äusseren Kiemen. Bei den Säugethieren und Vögeln ist das ursprüngliche Blastema, bevor die äusseren Einwirkungen Veränderungen hervorgebracht haben, von ganz durchscheinendem Ansehen und knorpelartiger Konsistenz, so dass der Gefässverlauf ziemlich deutlich bei der dunkleren Färbung des Blutes unterschieden werden kann. Um die Zeit, wann die Sonderung des Blastema in den Visceral- und Rückenplatten eintritt, erscheint der Kopf eines Tritonembryo beinahe ganz ähnlich durchscheinend, wie bei den höheren Wirbelthieren schon ganz frühe, und

man kann jetzt auch die Aortenbogen, das Herz u. s. w. von aussen wahrnehmen. Dieses kommt eines Theiles daher, weil das Blut wirklich eine erhöhte, rothe Färbung erhalten, vorzüglich aber weil bei der Knorpel-Entstehung die Urform beinahe ganz so, wie wir sie beschrieben, den knorpligen Zustand annimmt, die Weichtheile sehr unbedeutend sind, und daher der ganze Kopf wie ein durchscheinender Knorpel sich darstellt. — Die Untersuchungen werden dadurch sehr erschwert.

§. 68. Nach Ablösung der Oberhaut eines solchen Embryo (Tab. II. Fig. 14. 15.) präsentiren sich vorzüglich alle Theile, welche eine weisse Färbung haben. Man erkennt nun deutlich das durch den knorplig-häutigen Schädel durchscheinende Gehirn in seinen drei Hauptabtheilungen und sieht dieselben ziemlich genau den Schädelwirbeln entsprechen, in so weit diese letzteren durch die Visceralbogen, das Auge und Ohrlabyrinth bestimmt werden können. Es dokumentiren sich jetzt auch deutlich ohne alle Präparation die ersten Spuren der sich entwickelnden Unterkiefer. An der äusseren Seite nämlich desjenigen Abschnittes vom knorpligen ersten Visceralbogen, welcher, wie wir sehen werden, dem Meckelschen Knorpel entspricht, zeigt sich ganz so, wie bei den Vögeln und Fröschen, jederseits ein weisslicher Bildungsstreifen, welcher die häutig-knorplige Anlage des Unterkieferknochens anzeigt. Hinter demselben bemerken wir einen zweiten, weisslichen Bildungsstreifen, der breiter ist als der vorliegende und bei näherer Untersuchung nicht an der Aussenfläche des Meckelschen Knorpels, sondern an der inneren sich befindet. Wir werden späterhin über die Bedeutung dieses Theiles das Nöthige im Zusammenhange mit anderen, gleichartigen Stücken angeben.

Man durchschneide jetzt, wenn die Kopfextremität noch nicht verschwunden, die eine Seitenwand der Visceralröhre, um nach der Zurückbiegung derselben von der inneren Seite eine klarere Ansicht von den Knorpel der Visceralbogen zu erhalten.

Eine Scheidung der Knorpelmasse in einzelne Abtheilungen bemerken wir alsdann noch nicht; man sieht dieselbe vielmehr so einfach knorplig vorhanden, wie ursprünglich das Blastema der Visceralbogen vor uns dalag. Es findet wie in der typischen Anlage, so auch jetzt keine Vereinigung der oberen Abtheilungen beider Visceralbogen Statt, sondern sie verlaufen ge-

sondert, die sie trennende Spalte mehr häutig verschlossen haltend. Wir brauchen nur noch hervorzuheben, dass der Knorpel des zweiten Visceralbogens durch das Vorwärtstreten des Ohrlabyrinthknorpels, in welchem schon kalkartige Konkremente sichtbar geworden, an seinem Ursprunge etwas verkümmert erscheint. Es ist übrigens das Verhalten des Ohrlabyrinthes zur oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens hier ganz so, wie bei den Fröschen. Die knorplige Basis des Schädels giebt von der unteren Seite betrachtet den Anschein, als ob sie in einzelne Stücke zerfällt sei. Jedoch bildet sie gegenwärtig, wenn die Knorpel des Ohrlabyrinthes abgetrennt sind, mit den Seitentheilen und der Decke des Schädels zusammen eine einfache, kontinuirliche Röhre, an welcher nirgend eine Spur von Wirbelabzeichnung zu bemerken ist. Die scheinbaren Stücke der Basis entstehen vielmehr durch die durchschimmernden drei Gehirntheile. Und hier sieht man augenscheinlich, dass der Ursprung des ersten Visceralbogens nicht über die grossen Hemisphären des Gehirns nach hinten hinaus zu verfolgen ist. Die Ansatzstelle des zweiten Visceralbogens entspricht der mittleren Abtheilung oder den sogenannten *lobi optici*, ist aber jetzt durch die Ausdehnung des Ohrlabyrynth-Knorpels, wie eben erwähnt wurde, etwas beeinträchtigt.

Das Zahnskelet der Schleim-Membran bei den jungen Tritonen.

§. 69. Um die freie Ansicht der genannten Knorpel des Wirbelskelets zu gewinnen, ist es nöthig die Schleimhaut von denselben wegzupräpariren. Bei dieser Operation treffen wir auf zahnartige Knochenspitzen, welche sich vorzüglich an dem vordersten Theile der Schädel- und auch an der Gesichtsbasis aufgehäuft haben; ausserdem sind sie auch an der innern Fläche des Meckelschen Knorpels zu finden. Ant. Dugès nennt die ersteren, welche er im späteren ausgebildeten Zustande beobachtete, den *Appareil ptérygo-vomérien* und zählt sie somit zu seinen Kopfknochen des Wirbelsystems. Es ist nothwendig, dass wir die Entwickelungsgeschichte dieser Theile vor dem weiteren Verfolge der härteren Gebilde des Wirbelsystems näher betrachten, um dann entscheiden zu können, wofür der jetzt sich entwickelnde Apparat zu halten ist.

Zuvörderst müssen wir wiederholen, dass wir ausser den besprochenen Bildungsmassen des Wirbelsystems niemals noch andere Anhäufungen von

seinem Blastema an der innern Fläche der Kopfvisceralröhre gesehen haben. Es zieht sich vielmehr die blosse Schleimmembran längs der innern Seite der Schädelbasis und der Visceralbogen, liegt daselbst lose an, und nur an einzelnen Stellen, namentlich wo Oeffnungen sich befinden, ist sie fester mit den Gebilden des serösen Blattes verbunden. Dennoch gelingt es mit einiger Vorsicht die Röhre der Schleimmembran vollständig herauszunehmen, in welchem Falle wir die freie Ansicht des Wirbelsystem in der Art, wie wir es früher beschrieben, gewinnen.

Wenn nun die erste Spur eine Sonderung der Rücken- und Visceralplatten in Hart- und Weichgebilde Statt findet, so häuft sich die Bildungsmasse der Schleimhaut zuerst in den Gegenden, wo sie an der vorderen Abtheilung der Schädel- und an der hinteren Partie der Gesichts-Basis, so wie an der innern Fläche der Meckelschen Knorpel gelagert ist, zu einer dickeren und ziemlich konsistenten Membran an. Obgleich diese letztere an den respektiven Knorpeln des Wirbelsystem etwas inniger befestigt ist, so hält es gar nicht schwer, sie mit der übrigen Schleimhaut im Zusammenhange loszutrennen. Nicht lange, so zeigen sich auf ihr weisse Pünktchen, welche nach und nach immer mehr hervortreten, zahlreicher werden und zu knöchernen kegelförmigen Spitzen sich verwandeln. Diese Knochen-Spitzen sind nichts anderes als wirkliche Zähnchen, welche mit ihrer Basis auf der Schleimhaut festsitzen. Sie stehen anfangs zum Theil isolirt, dann vereinigen sie sich, indem sie an den Rändern ihrer Basis mit einander verschmelzen, und stellen endlich ein mit kegelförmigen Spitzen (Zähnchen) besetztes Knochenblättchen dar.

Solcher Knochenstückchen finden sich zuerst, und zwar ziemlich zu gleicher Zeit, vier an der Zahl vor. Zwei liegen unter der vorderen Abtheilung der Schädelbasis (S. Tab. II. Fig. 15), wo sie vorn in der Gegend der oberen Zwischenkiefer etwas fester angefügt sind und nach hinten mit undeutlichem Rande nicht vollkommen die Ansatzgegend des ersten Visceralbogens erreichen. Jedes einzelne dieser Knochenblättchen hat einen äusseren, konvexen und einen inneren, mehr geradlinigen Rand, welche beide nicht scharf abgegrenzt sind und vorn in eine Spitze zusammenlaufen. Die Spitzen der Knochenblättchen jederseits berühren sich, sonst liegt zwischen ihren graden inneren

13

Rändern ein kleiner Zwischenraum, durch welchen die Schädelbasis etwas hindurchschimmert. Die beiden anderen Knochenblättchen befinden sich da an der innern Fläche des Visceralbogens, wo wir später die Meckelschen Knorpel abgeschieden sehen. Sie sind von länglicher Form, gewölbt nach dem Theile, an welchem sie gelagert, und waren äusserlich ohne alle Präparation hinter dem Unterkieferstreifen als ein durchschimmernder weisser Bildungstheil sichtbar.

§. 70. Jetzt entwickeln sich ausserdem noch vier andere mit Zähnchen besetzte Knochenblättchen ganz auf dieselbe Weise, wie die vier ersteren. Diese werden sogar mit Knorpelstückchen der Schleim-Membran in Verbindung gesetzt (S. Tab. II. Fig. 16. 20).

Zwei von ihnen befinden sich wieder an der Schädelbasis und sind als eine Fortsetzung der vorhin beschriebenen anzusehen. Diese letzteren erweitern sich nämlich in ihrer ganzen Breite nach hinten und etwas nach aussen, indem sie sich von der Schädelbasis abwenden. Die vordere Partie ist mit Knochenspitzchen besetzt und ganz von demselben Verhalten, wie bei den vorliegenden Knochenblättchen. Nach hinten aber verlieren sich die Zähnchen allmählig ganz, und wir haben nun jederseitig ein Knorpelblättchen, welches sich bei seiner Erweiterung nach hinten zugleich nach aussen und unten biegt. Mit seiner oberen Fläche legt sich dasselbe hinten an die innere Seite der obersten Knorpelpartie des ersten Visceralbogens (hier der Quadratbeinknorpel) an. Daselbst ist es etwas mehr befestigt, doch ohne die geringste Spur einer Gelenkbildung, sondern vielmehr mit dem äussersten, sehr dünn werdenden, hintersten Ende in die Schleimhaut der unteren Abtheilung von der Kopfvisceral-Röhre allmählig übergehend. Auf diese Weise besteht das obere zweite Knochenstück der Schleimhaut jederseits aus zwei hintereinanderliegenden, kontinuirlich zusammenhängenden Abtheilungen: eine vordere mit Zähnchen besetzte, und eine hintere knorplig gewordene, in deren Innerem allerdings Knochenpünktchen (nicht Zähnchen) sichtbar sind, ohne dass jedoch die Biegsamkeit desselben dadurch beeinträchtigt wird. Das ganze muss als eine Fortsetzung des vor ihm liegenden Knochenblättchens betrachtet werden. Sein vorderer Rand ist unmittelbar ganz einfach an dasselbe angefügt; der innere wiederum entsprechend geradlinig verlaufend und, wie

das vorliegende, von dem inneren der anderen Seite je weiter nach hinten um desto mehr abstehend; der äussere Rand dagegen ist nicht konvex, wie der vorstehende, sondern konkav verlaufend, so zwar, dass beide Ränder zusammen die Form eines flach gekrümmten S bilden. Alle vier Stücke zusammengenommen formiren das obere Zahngerüste der Schleimhaut.

Auf den unteren Abtheilungen der zweiten Visceralknorpel, woraus sich die Suspensoria des Zungenbeinkörpers abscheiden, entwickeln sich die beiden hinteren Knochenblättchen des unteren Zahngerüstes. Ihre Entstehung ist ganz dieselbe, wie die der Knochenblättchen an den Meckelschen Knorpel. Sie sind auch, wie die letzteren, nach den entsprechenden Knorpel gewölbt, sitzen an denselben etwas fester auf, und sind von länglicher Gestalt. Sowohl die vorderen als auch die hinteren Knochenblättchen richten sich in ihrem Verlaufe nach den sie stützenden Knorpeln der Visceralbogen. Daher die respektiven von beiden Seiten winklig zu einander geneigt sind, ohne sich gegenseitig zu erreichen. Zwischen den hinteren ist die Schleimhaut, wo sie auf dem Mittelstück des zweiten Visceralbogens liegt, gewöhnlich von derberer Konsistenz; ja öfters sah ich ein wirkliches, sehr dünnes Knorpelblättchen entstehen, welches nach hinten mit konkaven Seitenrändern ganz unmerklich in den übrigen Theil der Schleimmembran auslief. Es war, wenn ich es vorfand, durchaus sehr dünn und leicht zu übersehen. Auf diese Weise ist nun auch das untere Zahngerüste vollendet. Es besteht aus den beiden am ersten und zweiten Visceralbogen gelegenen Knochenblättchen, welche mit Zähnchen versehen sind, und aus der feinen Knorpellamelle, welche ich zuweilen zwischen den hinteren Knochenblättchen beobachtete.

§. 71. Man kann um die Zeit, wann sowohl das obere als das untere Zahngerüste vollendet dasteht, mit einiger Geschicklichkeit und mit der besonderen Rücksicht auf die übrige Schleimhaut das so gebaute Zahnskelet von den Wandungen der Visceralröhre lospräpariren, ohne auch nur im Geringsten die Gebilde der Rücken- und Visceralplatte im Wesentlichen zu beeinträchtigen.

Mit dem Verschwinden der äusseren Kiemen, bei der kräftigeren Ausbildung der Kieferapparate und während der Verknöcherung des Kopf-Wirbel-

skelets im Allgemeinen, verkümmern auch diese einzelnen Stücke des Zahnskelets. Die Zähnchen werden wieder weich, die Knorpel- und Knochenblättchen werden theilweise aufgesogen, und bald ist bei dem ausgebildeten Triton von dem unteren Zahngerüste keine Spur mehr, von dem oberen nur rudimentäre Stücke (*ossa palatina* und *pterygoidea*) zu finden.

Ant. Dugès hat, wie schon erwähnt wurde, das obere Zahngerüste gekannt und gezeichnet. In seinem öfter schon genannten Werke rechnet er dasselbe zu seinem *Appareil mandibulaire supérieure* der Triton-Larve und versteht darunter den oberen Zwischenkiefer mit unserem oberen Zahngerüste, welches er insbesondere *Appareil ptérygo-vomérien* nennt. Auch ein kleines Knochenstückchen, die Anlage des Oberkiefers (*Sus-maxillaire*) scheint er mit in diesen Apparat hinein zu ziehen. Da in den Zeichnungen Nichts von diesem letzteren angedeutet ist, so wissen wir nicht, was für ein Bildungtheil derselbe gewesen. Dugès verwandelt nun den genannten Apparat in die einzelnen am entwickelten Triton gleichbezeichneten Knochen des Kopfes, bringt verkümmernde Gebilde des Schleimblattes und neu entstehende des Wirbelsystems zusammen und lässt so den jungen Triton eine Metamorphose vollenden, die derselben, wie wir uns überzeugen werden, in der That nicht erleidet. Die Abweichungen unserer Beobachtungen sind so merkwürdig, dass von einer Einigung hier wieder nicht die Rede sein kann. Wir verweisen zur genaueren Kenntnissnahme seiner Ansichten auf das genannte Werk, wo im zweiten Theile, welcher von den Salamandern handelt, Cap. III. §. 2. etc. dieselben niedergelegt sind.

§. 72. Wir haben unsere Untersuchungen über dieses fragliche Zahnskelet genau nach unserem besten Befunde angegeben. Wir ersehen aus denselben, dass dieses Zahnskelet aus der Schleim-Membran sich entwickelt, dass es sich allerdings hie und da an die Gebilde der Visceral- und Rückenplatten anlegt und stützt, (eine Erscheinung, welche bei den anliegenden Urmembranen des Embryo nichts Ungewöhnliches darbietet), dass es aber unbeschadet der Knorpel und Knochen des Kopfwirbelskelets frei und nur im Zusammenhange mit der übrigen Schleimhaut dargestellt werden kann; wir haben endlich beobachtet, dass dasselbe allmählig zum grössten Theile verschwinde, so bald das Kiefergerüste der Rücken- und Visceralplatte, der Ober- und Unter-Kie-

ferapparat, mit Zähnen ausgerüstet dasteht. Fügen wir noch hinzu, dass wir in der bisherigen Entwickelung des jungen Triton an dem Kopf-Wirbelsystem keine diesem Zahnskelete entsprechende Bildungs-Rudimente wahrnehmen konnten, dass auch späterhin im ausgebildeten Individuum mehre von Ant. Dugès angegebene Knochen am Kopfe des Triton rechtmässig auf eine ganze andere Art entstehen, einige aber gar nicht vorhanden sind; so finden wir uns berechtigt anzunehmen, dass vorliegendes Skelet nichts Anderes als ein stellvertretendes Eingeweide-Zahnskelet genannt werden kann. Die Natur hat diese mütterliche Fürsorge um so mehr nöthig, als die vollkommne Bildung der Ober- und Unterkieferapparate, der Träger für die ausgebildeten Verkleinerungsorgane, noch im weiten Felde liegen und die jungen Tritonen dessenohnerachtet schon als Raubthiere sich zeigen, welche die kleinen Entomostraca und andere Wassergewürme, ja wo möglich, sich selbst gegenseitig verzehren. Wir haben bei diesem so interessanten Gegenstande länger verweilt, weil wir anfangs bei der Beobachtung des oberen Zahngerüstes glaubten, dass wir die den höheren Wirbelthieren eigenthümliche, obere vordere Abtheilung des ersten Visceralbogens bei den Tritonen gänzlich übersehen hätten. Der Verlauf des oberen Zahngerüstes erschien so entsprechend dem Gaumenbeine und *Os pterygoideum*, die herrschenden Ansichten über die rechtmässige Existenz der genannten Knochen waren so mahnend, dass ich von Neuem die mühsamen Untersuchungen unternahm, um über einen so wichtigen Gegenstand ins Reine zu kommen.

Vollendung des Kopfknorpelsystems der Tritonen. (S. Tab. II. Fig. 17. 18. 19. 21. 22.)

§. 73. Wir kehren jetzt zurück zu den Gebilden der Rücken- und Visceralplatten, in deren Blastema sich bereits die ersten Spuren einer Abscheidung in Hart- und Weichtheile zeigen. Um die freie Ansicht von der inneren Fläche zu erhalten, muss man nun in den ferneren Entwickelungsperioden die Schleimhaut mit ihrem Zahnskelet stets behutsam wegnehmen. Der Kopf des jungen Triton in dem zuletzt geschilderten Zustande besteht aus einer einfachen knorpligen Schädelröhre ohne alle Wirbelabzeichnung; aus den Bestandtheilen des Gesichtes, welche sich noch nicht in Hartgebilde gesondert hatten; und aus den knorpligen Visceralbogen, welche die Urform

des Blastema beinahe ganz beibehalten und an ihrer äusseren Fläche die Bildungsstreifen der Unterkiefer schon markiren.

Visceralhöle.

§. 74. In der bevorstehenden Entwickelungsperiode bemerken wir das Streben der Natur, nachdem die Sonderung des Wirbelsystems in die Muskelpartie und das Skelet vollendet ist, einzelne Abtheilungen für die Funktionen des ausgebildeten Thieres zu formiren. Am sichtbarsten geschieht dieses zuerst an den Visceralbogen. In dem ersten derselben entsteht zu jeder Seite etwas oberhalb der Mitte allmählig eine Trennungslinie, wodurch ein oberes kleineres von einem unteren grösseren Stück geschieden wird. Das obere ist breiter und etwas plattgedrückt, das untere länger, rundlich, und vereinigt sich mit dem respektiven der anderen Seite in der Mittellinie des Körpers. Beide sind von gleichem knorpligen Zustande, und es zeigt sich keine Spur von einer oberen Abtheilung des Visceralbogens, welche wie bei den Fröschen in dem Urzustande eine Zeitlang ruhig verbleibt, um späterhin die so interessante Metamorphose in das Gaumen- und Flügelbein durchzumachen. Der Verlauf des oberen Knorpels ist von seinem Ansatzpunkte am Schädel gerade nach unten; der des unteren richtet sich, wie die untere Abtheilung des ersten Visceralbogens bei allen Wirbelthieren, etwas von hinten nach unten und vorn, und kommt dadurch unter einem stumpfen Winkel zu dem oberen Knorpel zu liegen. Wir haben über die wahrscheinlichen Bedingungen dieser abweichenden Lage schon früher das Nöthige beigebracht.

Vergleichen wir diese beiden Knorpel des ersten Visceralbogens jederseits mit analogen Stücken bei den höheren Wirbelthieren, so werden wir die Aehnlichkeit derselben schon hinsichtlich der Lage und Form mit dem Quadratbein- und Meckelschen Knorpel nicht verkennen können. Blicken wir ausserdem auf die Urbildung zurück, so sind es in der That auch nur die genannten Stücke, welche wir in dem ersten Visceralbogen der niederen Wirbelthiere erwarten dürfen. Denn derselbe ist in seiner uranfänglichen, vollkommenen Gestalt, wie wir gesehen, nur mit der gerade nach unten verlaufenden Partie des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere, aus welchem sich der Quadratbein- und Meckelsche Knorpel bilden, in Vergleich zu stellen. Die vordere, und obere Abtheilung derselben, welche der Gesichtskopf-

beuge und der eigenthümlichen Lage des Auges bei den höheren Wirbelthieren ihre Entwickelung verdankt und das Gaumen- und Flügelbein erzeugt, kann bei den Triton-Embryonen nicht gefunden werden. Wir haben an geeigneter Stelle dargethan, wie der Frosch, obschon im Wesentlichen den Urtypus der niederen und einfacheren Wirbelthiere sich aneignend, durch andere Umstände begünstigt, einen komplizirteren ersteren Visceralbogen erlangt. Sein ihm eigenthümlicher Larvenzustand macht auch, dass wir die einzelnen Knorpel des ersten Visceralbogens beim Triton vielmehr mit den respectiven der höheren Wirbelthiere in Vergleichung bringen, als mit denen der Frösche, bei welchen sogar das keilförmige Schlussstück der beiden Meckelschen Knorpel sich zu dem sogenannten unteren Zwischenkiefer der Larve ausgebildet; das ist, was ihn wiederum vor den anderen Wirbelthieren auszeichnet.

An der Aussenseite des Quadratbein-Knorpels hat sich, wie bei den Fröschen, ein häutig-knorpliger Bildungsstreifen entwickelt, welcher zum *os tympanicum* sich ausbildet. Er befindet sich hier mehr an der äusseren Fläche des hinteren Randes und ist am Anfange, auch wenn er selbst schon knöchern geworden, ein so schmales, längliches Streifchen, dass man es bei dem verhältnissmässig voluminösen Quadratbeinknorpel sehr leicht vernachlässigt. Der längs der äusseren Fläche des Meckelschen Knorpels früh sich abzeichnende Bildungsstreifen des Unterkiefers jederseits ist jetzt schon verknöchert, doch ohne mit Zähnchen sich zu bewaffnen. In der beschriebenen Bildungsmasse der unteren Zwischenkiefer dagegen sind die knöchernen Grundbestandtheile, mit Zähnchen ausgerüstet, schon in der vollsten Thätigkeit. Es sind also, wie bei den Vögeln, ganz evident zwei untere Zwischenkiefer vorhanden.

§. 75. Der zweite Visceralbogen stimmt bei beiden Abtheilungen der nackten Amphibien im Wesentlichen überein. Er zerfällt in zwei Abtheilungen. Die obere, welche bei den höheren Wirbelthieren und einigen ungeschwänzten Batrachiern zu dem Hauptbewegungs-Gehörknöchelchen sich ausbildet, tritt überall deswegen mit dem Knorpel des Ohrlabyrinthes in Konflikt. Bei den Tritonen wird durch den letzteren die obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens mehr und mehr beeinträchtigt und soweit reduzirt, dass nur noch bandartige Massen und einige Muskelfasern zurückbleiben, um

die untere Abtheilung dieses Bogens an das Ohrlabyrinth zu befestigen. Diese letztere setzt sich durch ein gesondertes Mittelstück mit der respektiven der anderen Seite in Verbindung. Sie fungirt gegenwärtig, wie bei den Fröschen, als Träger des Kiemendeckels und wird später zu dem Suspensorium des Zungenbein-Körpers. Sie hat jedoch nicht, wie bei jenen, den ausgeschweiften vorderen und hinteren Rand, und die erweiterten Extremitäten, sondern ist ein einfacher, länglicher, etwas plattgedrückter Knorpel, an dessen äusserem hinterem Rande der ziemlich konsistente häutige Kiemendeckel sich befindet. Das Mittelstück bildet den Zungenbeinkörper, welcher sich gleichfalls in der Form sehr von dem bei den Fröschen unterscheidet. Es ist ein länglicher abgerundeter Knorpel, welcher nach hinten, wie bei den Fröschen, mit dem Theile der *Membrana reuniens inferior* zusammenhängt, woraus sich der Kiemenbogenträger entwickelt. Wir werden über die Entwickelung desselben späterhin noch besonders das Nothwendige in Erwähnung bringen.

Das Gesicht.

§. 76. Von den Gesichtsbestandtheilen finden wir in der gegenwärtigen Entwickelungsperiode mehre schon als ausgebildete Knochen vorhanden. Wir machen überhaupt bei den Wirbelthieren die Beobachtung, dass diejenigen Gebilde, welche eigentlich ausserhalb der Rücken- und Visceralplattenröhre von derselben sich entwickeln, selten in einen solchen Knorpelzustand übergehen, wie dieses mit den eigentlichen Wirbelbogen der Fall ist. Die ungeschwänzten Batrachier allein machen durch ihre Larven-Metamorphosen hierin eine Ausnahme. Man findet bei ihnen ganz deutlich die Knorpel der Nasenbeine und des oberen Zwischenkiefers. Bei den Tritonen können wir einen derartigen Knorpelzustand, ganz so wie bei den Säugethieren und Vögeln, in den genannten Theilen nicht nachweisen. Es haben vielmehr die äusseren Entwickelungen der Wirbelröhren eine derbe konsistente Bildungsmasse, in welcher sich allerdings wohl Knorpelmaterie befindet, jedoch durch den Hinzutritt einer zweiten Substanz wahrscheinlich so verändert ist, dass die Pelluzidität verloren geht, und der ganze Theil durch seine weisse Farbe vor den übrigen sich auszeichnet.

In dieser Art erwähnten wir schon den knöchernen, früh sich abzeichnenden Bildungsstreifen des Unterkiefers zur äusseren Seite des Meckelschen

Knorpels. Zwischen den beiden von jeder Seite zeigten sich in den beschriebenen Bildungsmassen an der Aussenseite des Schlussstückes der Meckelschen Knorpel die schon mit Zähnen ausgerüsteten unteren Zwischenkiefer in vollendeter Gestalt. Ihnen gegenüber sind an der oberen Gesichtshälfte die oberen Zwischenkiefer sehr frühe schon sichtbar. Wie bei den Fröschen bilden sie zwei rechte Winkel, deren innere Schenkel dicht zusammenliegend zwischen die Bildungsmassen der Nasenbeine hinaufragen und alsbald mit knöchernen Fortsätzen der Stirnbeine in Berührung treten. Durch sie wird gewissermaassen ein perpendikulärer Theil zusammengesetzt. Die beiden horizontal verlaufenden Schenkel formiren das Mittelstück der oberen Mundbegrenzung und den vordersten Theil der unteren Nasenhölenwand. An letzterem Orte kommen sie mit später zu erwähnenden Fortsätzen der Seitentheile des ersten Schädelwirbels zusammen. Sie sind gleichfalls bald nach der Entstehung schon mit Zähnchen besetzt. Es besteht also der obere Zwischenkiefer der Tritonen, wie bei den höheren Wirbelthieren, den Fröschen, und wie es die Urbildung erfordert, aus zwei gleichen Stücken, was Herrn Professor Dugès zu beobachten nicht gelungen war.

In der derben und ziemlich konsistenten Bildungsmasse der vorderen Stirn- oder Nasen-Fortsätze lässt sich um die jetzige Zeit keine Spur einer Ossifikation oder etwa einer ächten Chondrose erkennen. Bei Betrachtung ihrer Form möchte man glauben, dass man ein ähnlich gestaltetes Nasenbein zu erwarten hätte wie bei den Fröschen, indessen ist es nicht ganz so der Fall. Der seitliche Stirnfortsatz und der Oberkiefer haben als knöcherne Stücke in ihren Bildungsmassen sich gleichfalls noch nicht geschieden. Der letztere ist überhaupt derjenige Gesichtsbestandtheil, welcher beim Triton am spätesten als Knochen sich ausbildet, obgleich der Bildungsstreifen von häutig-knorpliger Beschaffenheit sich auch ziemlich früh schon markirt. Seine Bildungssubstanz hat sich seitlich wie eine Oberlippe über den unteren Kiefer ausgedehnt. Diesem entsprechend erhält sich auch das an seiner Stelle fungirende obere Zahngerüste am längsten von allen Stücken des Zahnskelets der Schleimhaut in seiner vollen Thätigkeit. Neben dem letzteren bestehen die vorderen Stücke des unteren Zahngerüstes so lange, bis der eigentliche

Unterkiefer seine Zähne entwickelt. Die Gesichtsbasis ist mehr häutig-knorplig und im Allgemeinen gering ausgebildet.

Die Schädelhöle.

§. 77. Von nicht geringer Wichtigkeit sind um diese Zeit auch die Veränderungen an der Schädelhöle, welche wir als eine ganz einfache knorplige Röhre verliessen.

In der Gehirndecke haben sich, übereinstimmend mit den ungeschwänzten Batrachiern, fünf Knochenblättchen gebildet: zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine, eine kleine Schuppe des Hinterhauptsbeines, welche zuweilen gar nicht ossifizirt wird. Von dem inneren vorderen Winkel eines jeden Stirnbeines läuft ein spitzer, schmaler Fortsatz zwischen die Bildungsmassen der Nasenbeine gerade zu nach vorn und erreicht den perpendikulären Fortsatz der entsprechenden oberen Zwischenkieferhälften. Dieser Fortsatz fehlt bei den Fröschen und scheint sich bei den Tritonen nur zur Stütze des sich früh ausbildenden oberen Zwischenkiefers zu entwickeln, da die übrigen Bildungsbestandtheile des Gesichtes noch nicht härtere Theile erzeugt haben.

Die Basis, welche früher ohne alle Wirbelabzeichnung kontinuirlich in die Seitentheile überging, hat sich jetzt von denselben getrennt. Man kann sie, nachdem das obere Zahngerüst der Schleimhaut hinweggenommen, frei herauspräpariren. Sie erinnert durch ihre Form an die Schädelbasis der Fische. Wir unterscheiden an ihr gegenwärtig einen vorderen knöchernen und einen kleineren, hinteren, knorpligen Theil. Der knöcherne ist seiner Form und auch der Lage nach wiederum in zwei kontinuirlich zusammenhängende Abtheilungen zu trennen. Die vordere ist breiter, steht mit der hier sehr unmerklichen, häutigen Gesichtsbasis in Verbindung und übernimmt mit seinem hintersten Seitenrande die Befestigung des Quadratbein-Knorpels und somit des ersten Visceralbogens. Hierdurch ist uns seine Bedeutung als Körper des ersten Schädelwirbels gegeben. Die hinter ihm folgende, schmalere und kürzere Abtheilung wird von den Knorpeln der Ohrlabyrinthe eingeengt und entspricht dem Körper des zweiten Kopfwirbels, welcher seine Verbindung mit dem zweiten Visceralbogen, wie vorhin angeführt wurde, aufgegeben hat. Hinter ihm befindet sich nun der knorplige Theil der Schädelbasis,

welcher sich mit der leicht unterscheidbaren Wirbelsäule des Rumpfes verbindet und dem dritten Schädelwirbel angehört.

§. 78. Auch die Seitentheile der Schädelhöle haben sich bei den jungen Tritonen den drei Kopfwirbeln gemäss so deutlich geschieden, dass wir es nur bei den Säugethieren evidenter gefunden. Es ist bei ihnen freilich nicht die vollkommnere Gehirn-Ausbildung, welche den Ausschlag gegeben; sondern eine merkwürdige Entwickelung des dem ersten Schädelwirbel entsprechenden Seitenstücks. Derselbe ist in gegenwärtiger Zeit jederseits noch im knorpeligen Zustande vorhanden und vollkommen gesondert von der hinter ihm liegenden Seitenpartie der Schädelhöle herauszunehmen. Seine Ausdehnung nach hinten reicht so weit, als die eben beschriebene Basis des ersten Kopfwirbels und die durchschimmernden grossen Hemisphären des Gehirnes. Nach oben grenzt er an das als Stirnbein geschilderte Knochenblättchen. Er nimmt gleichfalls an seiner hinteren Extremität, die auch etwas dicker ist, den Quadratbein-Knorpel auf, stösst an das Ohrlabyrinth und hat eine Oeffnung für den durchtretenden *Nervus opticus* in der Nähe des anliegenden Quadratbein-Knorpels. Sein oberer Rand ist etwas ausgeschweift, sein unterer ziemlich gerade verlaufend. Sein vorderes Ende entwickelt, nachdem die Schädelhöle eigentlich abgeschlossen, einen Fortsatz, welcher von der vertikalen Richtung des ganzen Knorpels abweichend allmählig mit seiner unteren Partie horizontal wird und zwischen die Gesichts-Basis, den oberen Zwischenkiefer und die Bildungsmasse des eigentlichen Oberkiefers sich hineinschiebt. Es ist dieser ganze Knorpel, wie wir ihn beschrieben, ohne Spur irgend einer Trennung, und der allmählige Uebergang des perpendikulären Stücks in den horizontal verlaufenden Fortsatz ganz augenscheinlich. Er scheint auf diese Weise der sehr unbedeutenden Gesichts-Basis Hilfe zu leisten, doch bildet er auch zugleich die untere Nasenhöle und Gaumendecke. Die Entwickelung von Fortsätzen aus den Seitentheilen der oberen Wirbelröhren ist eine Erscheinung, welche an und für sich gar nichts Auffallendes hat. Merkwürdig ist nur die Art und Weise, wie sie sich hier hervorbilden und zu welchen Funktionen sie dadurch gelangen. Dass bei diesem Bildungsvorgange der Mangel einer oberen und vorderen Abtheilung des ersten Visceralbogens, woraus sich Gaumen- und Flügelbein zu einer ähnlichen Funktion entwickeln,

von Einfluss ist, kann wohl als wahrscheinlich angenommen werden. Auch tragen sie zur Stütze des oberen Gerüstes, vom Zahnskelet der Schleimhaut bei.

Das Seitenstück des zweiten Schädel-Wirbelbogens ist hier, wie bei den Fröschen, durch das Ohrlabyrinth anfangs blos verdeckt, dann nach und nach mit demselben so einverleibt, dass man um die jetzige Zeit nach Herausnahme des Ohrlabyrinth-Knorpels eine förmliche Lücke in der Seitenpartie der Schädelhöle vorfindet. Diese Lücke korrespondirt unterhalb mit der schmaleren, kürzeren Abtheilung des knöchernen Theiles der Schädel-Basis, welche wir als dem zweiten Kopfwirbel angehörig betrachteten; nach oben stösst sie an die Scheitelbeine. Hinter derselben bemerken wir jetzt ein ziemlich regelmässiges, länglich-viereckiges Knorpelstückchen, welches durch das einfache Knochenblättchen in der Gehirndecke, der Schuppe des Hinterhauptbeines, mit dem respectiven der andern Seite oberhalb verbunden wird. Unten entspricht beiden Theilen das von uns als Basis des dritten Schädelwirbels beschriebene Knorpelstück, welches nach hinten mit der Wirbelsäule in Verbindung steht. Wir haben auf diese Weise ursprünglich einen vollkommenen dritten Schädelwirbel, wie er bei den Säugethieren vorhanden.

Metamorphose des Kiemenapparates. (S. Tab. II. Fig. 9. 10. 11. 12. 13.)

§. 79. Wir betrachten die Verwandlung des g a n z e n Kiemenapparates der Tritonen, wie bei den Fröschen, nur in so fern, als derselbe mit der Visceralröhre des Kopfes und Rumpfes, in Berührung kommt, und namentlich Hilfsleistungen von der ersteren erhält.

Die Kiemen entwickeln sich hier ursprünglich auf dieselbe Weise, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern. Sie hängen innig mit den Gefässbogen der Aorta zusammen so zwar, dass es uns wiederum geschienen, als ob die uranfänglichen äusseren Kiemenfortsätze nichts Anderes seien, als blosse Gefässschlingen von dem metamorphosirten serösen Blatte (*Membrana reuniens inferior*) bedeckt. Sie entstehen von den Aortenbogen erst dann, wann dieselben allmählig durch die Visceralfortsätze gleichsam zurückgedrängt bis in die zweite Visceralspalte oder äussere Kiemenöffnung gelangt sind. Hier werden

sie durch den häutigen Kiemendeckel geschützt, sind vorn von dem hinteren Rande des zweiten Visceralbogens, und hinten durch die Visceralplatte des Rumpfes mit den Gebilden des Brustgürtels sowie besonders nach unten auch durch die untere Vereinigungshaut, welche die Visceralplatten daselbst verbindet, begrenzt. Oben stossen die beiden Visceralröhren des Rumpfes und Kopfes an einander; unten liegt, gewissermaassen als Trennungskörper der beiden zweiten Visceralspalten jederseits, die Herzhöle. Diese wird zuerst von zwei Blättern des serösen Blattes (*Membr. reun. infer.*) gebildet, welche sich nachträglich in zwei übereinanderliegenden Membranen scheiden. Die innere ist glänzend, mit schwärzlichen Punkten tingirt, und hängt mit der ganz ähnlich beschaffenen Membran der Rumpfhöle innig zusammen, so dass nur, wie bei den Fröschen, für die Fettmassen und für die grosse Gefässe eine unmittelbare Kommunikation mit der gleichen Höle des Rumpfes stattfindet; sie stellt das Pericardium vor. Die äussere Membran ist nun das Residuum der *Membran. reun. infer.* Sie geht von dem schmalen Mittelstücke des zweiten Visceralbogens u n t e r h a l b dem Herzen zur gleichbenannten Haut des Rumpfes über. O b e r h a l b bildet sie die Decke der Herzhöle, trägt und verbindet die Aortenbogen von den beiden Seiten, wird mit divergirenden, seitlichen Rändern zur unteren Begrenzung der zweiten Visceralspalte jederseits und kommt auf diese Weise hinten mit der *Membrana reuniens inferior*, seitlich aber mehr mit der Visceralplatte des Rumpfes in Berührung.

Die äussere Gestalt der Herzhöle ist durch das beschriebene Verhalten der äusseren Membran die eines Kegels, dessen Spitze mit dem Mittelstücke des zweiten Visceralbogens in Verbindung steht, dessen Basis aber auf der Rumpfhöle ruht. Sie liegt mithin unten zwischen der unteren Kopf- und Rumpfhöle des Wirbelsystems doch so, dass sie genau genommen ursprünglich ausserhalb zwischen ihnen sich befindet und nur grenzweise mit der ersteren durch die zweite Visceralspalte, mit der letzteren aber inniger einmal durch die Gleichartigkeit der inneren Umhüllungen (*Pericardium, Peritonaeum*) und dann noch besonders durch die erwähnte Oeffnung für die grossen Gefässe kommunizirt. Bei den Fröschen geht nun durch die letztere Oeffnung nach dem Hinschwinden der Kiemen das Herz wirklich in die Bauchhöle hinein, und der Brustgürtel vollendet die Zuschliessung der Visceralplatten

des Rumpfes unter ihm. Bei den Tritonen bildet es immer eine mehr abgesonderte Höle, welche, vor der des Rumpfes gelegen, oben und seitlich durch die Vereinigung des Mittelstücks vom zweiten Visceralbogen mit der Visceralplatte des Rumpfes (Kiemenbogenträger), unterhalb aber durch die Verwachsung des häutigen Kiemendeckels vom zweiten Visceralbogen mit dem Brustgürtel, in die untere Röhre des Wirbelsystems aufgenommen wird. Dieses interessante Verhalten der Herzhöle lässt sich sehr gut bei jungen Tritonen verfolgen. Bei den Larven der Frösche ist das Muskelsystem der Visceralplatten so wenig ausgeprägt, dass die Untersuchungen dadurch erschwert werden. Ueberdies bildet der Triton den reineren Uebergang in dem Verhalten der Herzhöle bei den höheren und niederen Wirbelthiere.

§. 80. Bei der Beobachtung, wie die häutigen Kiemendeckel des Triton sich von beiden Seiten vereinigen und dann mit dem Brustgürtel nach der Verkümmerung der Kiemen mit ihren Bogen verwachsen, um die durch die Herzhöle und den Kiemenapparat zum Theil gehemmte Vereinigung der Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes gleichsam durch Aussenbildungen derselben inniger zu bewerkstelligen; bei dieser Beobachtung, sage ich, offenbart sich in dem häutigen Kiemendeckel eine zweite Funktion, welche nur der Bildungsgeschichte angehört und uns einen Aufschluss über sein räthselhaftes Erscheinen bei den Embryonen der Vögel giebt. Bei diesen verweilt das Herz mit seinen Aortenbogen, woran sich keine Kiemen entwickeln, längere Zeit in der Gegend des Halses. Dadurch und, wie ich vermuthe, durch die Bildung der *Arteria aspera*, wird hier gleichfalls die Ausbildung der Visceralplatte theilweise gehemmt. Nachdem nun das Herz in die Brusthöle gekommen, die Visceralplatten und der Brustgürtel sich geschlossen, verwächst der häutige Kiemendeckel ganz auf gleiche Weise wie bei dem Triton, mit der Rumpf-Visceralplatte und seinen Aussengebilden: sie hilft die untere Röhre des Wirbelsystems in der bezeichneten Stelle vollständiger und fester konformiren. — Der häutige Kiemendeckel des zweiten Visceralbogens ist ursprünglich eine Aussenbildung der Visceralröhre. Eine Sonderung in Hart- und Weichgebilde findet in ihm meistens nicht Statt, ausser bei den Fischen, wo sich die *radii branchiostegi* bilden. Von dem Verhalten seiner Muskeln werden wir später Einiges anzuführen Gelegen-

heit haben. Wahrscheinlich werden auch bei den höheren Wirbelthieren mehre Muskelpartien, welche zwischen dem Kopfe und dem Brustgürtel gelegen sind, dem häutigen Kiemendeckel ihre Entstehung verdanken*).

§. 81. Wir kehren nach diesem kurzen Abschweife zu dem Kiemenapparate im engeren Sinne zurück. Wenn die Sonderung der Bildungsmasse in Hart- und Weichtheile bei den Visceralbogen beginnt, so sehen wir auch an den Aortenbogen allmählig die Knorpelbogen gebildet vor uns. Woher dieselben ihre Bildungssubstanz nehmen, lass ich aus früher erwähnten Gründen ungesagt; das aber lehrt die Entwickelungsgeschichte, dass sie an den Visceralplatten keinen Antheil haben. Es sind ursprünglich nur drei vorhanden, welche längs den Aortenbogen verlaufen. Die zweite Visceralspalte oder äussere Kiemenöffnung, in welcher sie liegen, ist dann überall noch häutig begrenzt; nur vorn befindet sich das Suspensorium des Zungenbeines, welches schon Knorpelgestalt angenommen. Auch das Mittelstück des zweiten Visceralbogens, der Körper des Zungenbeines, ist knorplig geworden. Es ist ein länglicher, runder Knorpel, vorn von den Zungen-Suspensoria begrenzt, hinten allmählig spitz verlaufend und ziemlich weit in die obere Decke der Herzhöle, gleichsam der Verbindungshaut zwischen den beiderseitigen Kiemenbogen, hineinragend.

In die Verbindungshaut häuft sich nun die Bildungsmasse an den Rändern an und es zeigen sich sehr bald zwei länglich-runde Knorpel, welche zu beiden Seiten des Zungenbeinkörpers gleich hinter den Zungen-Suspensoria ihren Ursprung nehmen und, nach aussen sich wendend, bis zu den unteren Enden der entsprechenden ersten Kiemenbogen sich erstrecken. Beide zusammen bilden demgemäss einen vorderen, spitzen Winkel, wozwischen der verlängerte Körper des Zungenbeines sich befindet. Es ist dieser Knorpel das

*) Bei den Säugethieren weiss ich bestimmt, dass vom zweiten Visceralbogen ein häutiger Kiemendeckel evident nicht hervorwächst. Es wird daselbst die Bildungsmasse zur Bildung des äusseren Ohres verwandt. Es bleibt aber noch ferneren Untersuchungen vorbehalten, ob nicht der dritte Visceralbogen ein ähnliches Gebilde entwickele, oder ob die verhältnissmässige Kürze des Halses und andere Umstände dasselbe unnöthig gemacht haben.

vordere Stück des späteren, sogenannten hinteren Zungenbeinhornes. Er entwickelt sich indessen nicht aus einem Visceralbogen, sondern in der Vereinigungs-Membran der Kopf- und Rumpf-Visceralröhre, welche im Allgemeinen, wie wir aus der vorangegangenen Beschreibung ersehen, nur gewissermaassen als ein Analogon des dritten Visceralbogens betrachtet werden kann. Mithin kann eine Gleichstellung dieses Knorpels mit dem eigentlichen hinteren Zungenbeinhorne der höheren Wirbelthiere nach der Genese rechtmässig nicht ganz statuirt werden.

Nimmt nun die Ausbildung der Visceralröhren noch mehr Ueberhand, so bilden sich in der genannten oberen Decke der Herzhöle noch fünf Knorpelstücke. (Sich. Tab. Fig. 21. 25.) Vier von denselben setzen die Schenkel des spitzen Winkels fort, welcher durch die sogenannten hinteren Hörner des Zungenbeines gemacht wurde. Es zeigen sich drei kleinere Knorpel, welche hintereinander liegend die knorpligen Kiemenbogen zu ihren Seiten aufnehmen. Das vierte, welches sich an diese anschliesst und später entwickelt, biegt sich, als hintere Begrenzung der zweiten Visceralspalte, nach oben und hängt inniger mit der Visceralplatte des Rumpfes zusammen. Es entwickeln sich an seinem vorderen Rande, welcher zugleich die vierte Kiemenspalte nach hinten begrenzt, Zakken, wie sie an den eigentlichen Kiemenbogen gefunden werden. Daher ist er als vierter Kiemenbogen betrachtet worden; obgleich er keinen Aortenbogen hat und auch eine verschiedene Entstehung offenbart. Später, als die vier genannten, bildet sich das fünfte Knorpelstück. Es entspringt hinter dem vorderen Stücke des sogenannten *cornu posterius* des Zungenbeines von dem hintersten Ende des Zungenbeinkörpers, und läuft dem ersteren parallel. Es setzt sich hinterwärts an den inneren Rand des kurzen Knorpels, welcher unmittelbar den ersten Kiemenbogen trägt. Dieser längliche, runde Knorpel ist später die Columella des Zungenbeines der Tritonen.

§. 82. Wir nennen die sechs beschriebenen Knorpelstücke, welche sich aus der oberen Decke der Herzhöle in der *Membrana reuniens inferior* herausbilden, analog mit den Fröschen, den Kiemenbogen-Träger. Durch das sogenannte, hintere Horn des Zungenbeines und durch die Columella steht derselbe mit dem zweiten Visceralbogen, durch den uneigentlich so bezeichneten

vierten Kiemenbogen mit der Visceralplatte des Rumpfes in Verbindung. Bei den Fröschen bildete er eine mehr einfache Knorpelplatte, welche seitlich einen kleinen Hervorwuchs für den ersten Kiemenbogen und nach hinten einen längeren, als uneigentlichen vierten Kiemenbogen entwickelte. War bei den letzteren die Entstehung durch die Vereinigung der Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes mit mehr Schwierigkeit wahrzunehmen, so ist dieses bei den Tritonen wegen des evidenten Zusammenhanges des Skeletes wie der Muskeln kaum zu übersehen, und die verschiedene Genese der Kiemenbogen von der ihres Trägers und des häutigen Kiemendeckels nicht zu verkennen. Am Anfange sieht man auch deutlich die Scheidungsgrenze der Kiemenbogen und der respektiven Knorpelstücke des Trägers; späterhin vereinigen sie sich so, dass ich nicht mehr die Scheidungsgrenze bemerken konnte. Bei den Fröschen ist diese Trennung stets aufzufinden. Der Kiemenbogenträger ist daher mit seinen Muskeln, welche theils zu den Seiten und zum Theil auch unterhalb dem Herzen hinweglaufen, als ein Zwischenstück der Visceralplatte des Kopfes und Rumpfes anzusehen, welches bei den Fröschen vorübergehend, bei den Tritonen mehr bleibend, eine von der Kopfvisceral- und Bauchröhre mehr oder weniger gesonderte Herzhöle konstituiren hilft.

§. 83. Bei der Verkümmerung des Kiemenapparates verhält sich nach meinen Beobachtungen der Triton ganz und gar auf dieselbe Weise wie der Frosch. Die Modifikation ist nur durch die verschiedene Form des Kiemenbogenträgers bedingt. Es hat sich in die Wissenschaft die Thatsache verbreitet, als ob bei den Tritonen die Metamorphose anders vor sich gehe. Ant. Dugès sowohl als v. Sieboldt haben dieselbe in der Art dargestellt, als wenn der erste Kiemenbogen sich erhalte und das hintere Stück des sogenannten *Cornu posterius* des Zungenbeines bilde. Dieses letztere also mit der parallel verlaufenden Columella bliebe nach der Ansicht der genannten Schriftsteller von unserem Kiemenbogenträger allein erhalten. Alles Uebrige solle verschwinden. Nach unseren Beobachtungen verkümmert Alles, was eigentlich Kiemenbogen und Kieme heisst. Der Kiemenbogenträger dagegen nur an dem Stücke, wo die Bogen befestigt sind, wie bei den Fröschen etwas zusammenschrumpfend ist auch im entwickelten Triton aufzufinden.

Wir stimmen demnach mit den genannten Naturforschern darin überein, dass das vordere Stück des sogenannten *Cornu posterius* und die Columella sich erhalten, dass aber das hintere Stück des ersteren nicht von dem ersten Kiemenbogen, sondern von dem uneigentlich so bezeichneten vierten gebildet werde. Die zusammengeschrumpften drei Knorpelstücke, welche unmittelbar die Kiemenbogen tragen, erkennen wir in einem gesonderten Knorpel, der als solcher selbst bei alten ausgebildeten Tritonen (siehe Fig. 26. 27. Tab. II.) zwischen dem knöchernen vorderen und hinteren Stücke des sogenannten *Cornu posterius* des Zungenbeines stets wiederzufinden ist. Ist der Triton noch jung, so ist dieses zwischenliegende Knorpelstück grösser, und man erkennt sogar mehre Querstreifen von den verwachsenen und zusammengeschrumpften Knorpeln des Kiemenbogenträgers.

Gestützt auf diese Untersuchungen des Skeletes sowie auf die genaue Beobachtungen von dem gänzlichen Verkümmern der Kiemenbogen bei den Fröschen, begann ich an der Richtigkeit der herrschenden Meinung von dem Zurückbleiben des ersten Kiemenbogens bei den Tritonen zu zweifeln. Ich sah nun zwar nicht unmittelbar die Rudimente der drei verkümmerten Kiemenbogen eines jungen Triton, wie bei der Froschlarve; doch beobachtete ich deutlich das Kleinerwerden derselben, während der uneigentliche vierte sich vergrösserte. In der *Dissertat. de salamandris* und *tritonibus* von v. Sieboldt, sowie in der öfters genannten Schrift des Ant. Dugès finde ich aber gleichfalls keine Zeichnung oder eine Angabe, welche mir den klaren Beweis der von ihnen angenommenen Metamorphose liefern könnte. So haben wir also gemeinschaftlich den unmittelbaren Verkümmerungsprozess wegen der schwierigen Acquisition dazu geeigneter Individuen nicht beobachtet. Indessen hoffe ich durch Untersuchung der dabei betheiligten Muskeln zur Genüge darzuthun, dass ausser dem beschriebenen Skelete auch namentlich die Muskeln für die alleinige Erhaltung des Kiemenbogenträgers sprechen.

§. 84. Folgende Muskeln des jungen und ausgebildeten Triton kommen hiebei in Betracht. (S. Tab. II. Fig. 28. 29).

a. Der von Dugès genannte *Muscle temporo-guttural et stylo-sous-hyoidien.* Dieser Muskel entspringt beim jungen Triton von dem vorderen Rande des Zungenbein-Suspensoriums, besonders wo dasselbe an dem Quadrat-

bein-Knorpel und dem Ohrlabyrinth anliegt. Daher kommen auch mehre Fasern von den letzteren Theilen und selbst vom Meckelschen Knorpel, was bei der Verschmelzung der dortigen Bildungsmassen natürlich erscheint. Er verbreitet sich strahlenförmig in mehren Partieen an der unteren Fläche des häutigen Kiemendeckels. Nach der Verkümmerung der Kiemenbogen, bei der Verwachsung der Kiemendeckel unter sich und mit dem Brustgürtel, und während der Verwandlung des Zungenbein-Suspensoriums gehen die Befestigungspunkte dieses Muskels mehr auf den oberen Theil des ersten Visceralbogens und den Ohrlabyrinth-Knorpel über. Er wird so zum *Constrictor pharyngis* und *mylohyoideus* des ausgebildeten Triton.

b. Bei den mit Kiemen versehenen Tritonen, der *Adductor arcuum branchialium longus.* Dieser Muskel entspringt hinter dem vorigen mehr von der äusseren Fläche des Zungenbein-Suspensoriums, und seine Fasern verlaufen demselben entlang, von neu hinzutretenden verstärkt. Nach oben und hinten kommen sie mit dem *Muscle tempore-guttural etc.* zusammen, und mehre Bündel gehen hier auch nach dem oberen und hinteren Ende des ersten Kiemenbogens ab, gerade wo die äussere Kieme an ihm festsitzt. Man muss die Lage dieses Muskels zu dem *Temporo-guttural* genau ins Auge fassen, um sich dann ohne Schwierigkeit mit Ant. Dugès und v. Sieboldt davon zu überzeugen, dass derselbe bei dem ausgebildeten Triton nach der Verkümmerung der Kiemenbogen in dem *Musculus geniohyoideus* und *genioglossus* oder in dem von Dugès einfach benannten *Génioglosse* wiederzufinden ist. Die Veränderung seines späteren Verlaufes nach vorn ist zum Theil durch das Verkümmern der unteren Enden des Zungenbein-Suspensoriums bedingt.

Wir haben die angeführten beiden Muskeln mehr der Vollständigkeit wegen beigebracht; die unmittelbar betheiligten sind:

c. Der *Adductor arcuum branchialium brevis s. Muscle prè-stylo-prébranchial. Dugès.* Er kommt mit einer Sehne von dem unteren und vorderen Ende des Zungenbein-Suspensoriums und setzt sich an das hintere Ende des vorderen Stückes vom *Cornu posterius* des Zungenbeines.

d. Der *Adductor arcuum branchialium s. interbranchial. Dug.*, welcher hinter dem *Adductor brevis* unter jenen drei Knorpelstücken des Kiemenbogenträgers, die mit den Kiemenbogen in unmittelbarer Berührung stehen, nach dem vierten uneigentlichen Kiemenbogen sich hinerstreckt.

Die beiden letztgenannten Muskeln finden sich bei jungen mit Kiemenbogen versehenen Tritonen vor. Bei ausgebildeten Individuen ist in dieser Gegend:

e. Der *Musculus ceratoglossus*, welcher von dem unteren und vorderen Ende des Zungenbein-Suspensoriums längs dem vorderen Stücke des *Cornu posterius* bis an das hintere Ende des in Frage stehenden Knochens sich erstreckt. Wo die beiden letzteren Theile zusammenstossen, wird er durch hinzutretende neue Fasern noch verstärkt, während einzelne sich daselbst auch befestigen.

§. 85. Es ist nun wohl kaum zu bezweifeln, dass der Lage nach, wie auch v. Sieboldt angiebt*), der *Musculus ceratoglossus* theilweise aus dem *Adductor arcuum branchialium brevis* der jungen Tritonen entstehe. Wird aber dieses, wie mit Recht, zugegeben, so fragen wir, ob es nicht höchst unwahrscheinlich ist, dass der *Adductor arcuum branchialium brevis* in den *M. ceratoglossus* übergeht, wenn auf der anderen Seite der erste Kiemenbogen erhalten bleiben soll. Denn der *Adductor brevis* reicht nur b i s zu dem fraglichen Knochenstück beim jungen Triton. Der *Adductor arcuum branchialium longus*, welcher sich mit einigen Fasern an das obere hintere Ende des ersten Kiemenbogens ansetzt, verwandelt sich, wie wir gesehen, in dem *Musc. geniohyoideus*. Er kann also eigentlich Nichts zur Vergrösserung des *Adductor brevis* beitragen. Man müsste mithin, um den ersten Kiemenbogen beibehalten zu können, annehmen, dass an demselben ein ziemlich kräftiger Muskel sich n e u bilde, um mit dem *Adductor brevis* in den langen *M. ceratoglossus* überzugehen. Es ist diese Annahme bei der allgemeinen Verkümmerung der Kiemenbogen und Kiemen um so mehr gewagt, als man die Entstehung des *Musc. ceratoglossus* ganz einfach und natürlicher vor sich gehen lassen kann,

*) L. S. §. 23. *Musculos cerataglossos in abductoribus arcuum branchiarum brevibus cognoscimus.*

wenn man zugiebt (worauf das Skelet deutlich hindeutet), dass der fragliche Knorpel, das hintere Stück des sogenannten *Cornu posterius* vom Zungenbein, nicht der erste Kiemenbogen, sondern der uneigentliche vierte sei. Denn alsdann treten bei der Verkümmerung der Kiemenbogen und durch das damit verbundene Zusammenschrumpfen der entsprechenden Knorpelstücke des Kiemenbogenträgers das vordere Stück des *Cornu posterius ossis hyoidei* und der uneigentliche vierte Kiemenbogen näher aneinander, der *muscle interbranchial* verbindet sich mit dem *Adductor brevis*, dehnt sich noch etwas über den sich annähernden, uneigentlichen vierten Kiemenbogen aus, und bildet so den *Musc. ceratoglossus.*

Ausser der natürlichen Einfachheit, mit welcher bei der letztgenannten Metamorphose das Verhalten der Muskeln und des Skeletes selbst erklärt werden kann, sind auch noch andere, weniger wesentliche Punkte, welche für unsere Ansicht sprechen. So liegt das zweite Stück des *Cornu posterius* vom Zungenbein so sehr nach hinten, dass der erste Kiemenbogen, wenn er erhalten bliebe, einen weiten Umweg zu machen hätte. Auch bildet dasselbe mehr eine gerade Richtung mit dem vorderen Stücke des hinteren Zungenbeinhornes, während der erste Kiemenbogen ursprünglich unter einem stumpfen Winkel an das letztere angesetzt ist. — Alle diese Umstände sind einfach und natürlich zu erklären, wenn man den uneigentlich so genannten vierten Kiemenbogen beibehält, schwer und oft garnicht zu deuten, wenn ein wirklicher Kiemenbogen verbleiben soll. Unter solchen Bedingungen und bei der Erwägung, dass man gegen die Analogie ohne hinlängliche Gründe nicht gern auftreten mag, am wenigsten aber, wenn es mit Schwierigkeiten verbunden ist, welche eben durch einen analogischen Prozess leicht und einfach gehoben werden; da fühlen wir uns gezwungen eine solche Ausnahme von der Regel abzuweisen und zur Analogie zurückzukehren, welche durch so viele Beobachtungen bestätigt und unterstützt wird.

§. 86. Ehe ich den Kiemenapparat des Triton verlasse, will ich noch erwähnen, dass ich durch die Güte des Professor Herrn H. Rathke mehre Jungen vom *Blennius viviparus* zum Untersuchen erhalten habe, an welchen das Verhalten der Herzhöle und des Kiemenapparates ganz wie bei den jungen Tritonen Statt hat. Der Unterschied besteht nur in einem neu hinzuge-

tretenen Kiemenbogen und in der verschiedenen Anzahl der noch schwach markirten Stücke des Kiemenbogenträgers. Der sogenannte fünfte Kiemenbogen hat dieselbe Beschaffenheit wie der vierte uneigentliche des jungen Triton. Man bemerkt an der innern Fläche desselben da, wo er mit dem übrigen Kiemenbogenträger sich verbindet, die Entwickelung der *Ossa pharyngea inferiora* im Beginnen. Daher sind das hintere Stück des sogenannten *Cornu posterius* des Zungenbeines beim Triton und das hintere Horn des Zungenbeines beim Frosch Analoga von den *Ossa pharyngea inferiora.* Bei den Fischen bildet sich nun noch aus den uneigentlichen fünften Kiemenbogen das *Os pharyngeum superius* jederseits. Bei den Batrachiern verkümmert der an sich oberhalb und vorn weniger entwickelte, uneigentliche Kiemenbogen und hängt bei ihnen meist nur durch Muskelfasern mit dem Hinterhaupt zusammen. Nach hinten macht er bei den Fischen, wie schon bei den nackten Amphibien öfters erwähnt wurde, den Uebergang zum animalischen Systeme des Rumpfes. Was bei den entwickelten Gräthenfischen in dem Kiemenapparate der Kiemenbogenträger zu nennen ist, muss die Entwickelungsgeschichte noch genauer darlegen. Dennoch wird man zugeben müssen, dass eine unbefangene Betrachtung des Habitus der unteren Schlussstücke der sogenannten Kiemenbogen schon vorausahnen lässt, welche Theile für den Kiemenbogenträger, das zwischen Kopf und Rumpf gelegene Zwischenstück der Visceralplatte, zu halten sind.

Kapitel VI.

Das Kopfskelet in seinem ossifizirten Zustande.

§. 87. Wir haben hier, wie bei den Fröschen, der Entwickelungsgeschichte gemäss zu betrachten:

1. Die Schädelhöle, welche aus der oberen Röhre des serösen Blattes durch Vereinigung der Rückenplatten daselbst entsteht und die vorderen Zentralorgane des Nervensystems beherbergt.

2. Die Visceralhöle des Kopfes, welche aus der unteren Röhre des serösen Blattes durch die Entwickelung der Visceralbogen und des Kiemenbogenträgers sich bildet. Sie umschliesst den vordersten Theil des vegetativen Systems.

3. Das Gesicht als den Verbindungstheil beider Röhren zur Formirung des Nasen- und auch des Mundkanals, zu dessen Vervollkommnung noch der Unterkieferapparat hinzutritt.

Die Schädelhöle.

§. 88. Wir verliessen dieselbe schon soweit ausgebildet, dass es damals nicht schwer hielt, die einzelnen Abtheilungen auf die verknöcherte Schädelhöle des ausgebildeten Individuums zurückzuführen. In der oberen Decke derselben liegen vorn die Schlussstücke des ersten Schädelwirbels, die beiden Stirnbeine, welche im ausgebildeten Individuum immer noch getrennt zu erkennen sind. Von dem inneren, vorderen Winkel derselben gingen kontinuirlich die schmalen, spitzen Fortsätze zu den respektiven perpendikulären Theilen der oberen Zwischenkiefer ab, um diese letzteren bei den jungen Tritonen zu stützen. Mit der Ausbildung der Nasen- und Oberkieferbeine wird diese Funktion überflüssig, die Fortsätze verkümmern etwas und werden so sehr durch die Nasenbeine beeinträchtigt, dass man sie kaum in ihrer früheren Gestalt wiedererkennt. An dem Schädel des *Triton cristatus* und *taeniatus* kann ich sie immer auffinden, und sie liegen alsdann gleichsam als Supplemente da, wo bei den Fröschen die Knochenwucherung zwischen Stirn- und Nasenbeinen ihre Lage hat. In den Abbildungen des Ant. Dugès von der *Salamandre marbrée* ist derselbe nicht zu bemerken, sondern es befindet sich daselbst eine Lücke, welche übrigens auch beim Triton inmitten dieser Fortsätze und den entsprechenden perpendikulären Theilen des oberen Zwischenkiefers zu sehen ist.

Hinter den Stirnbeinen liegen als Schlussstücke des zweiten Schädelwirbels die Scheitelbeine, welche sich, je älter der Triton wird, um so mehr über die *Pars petrosa* (Ohrlabyrinth-Knorpel) und nach hinten ausdehnen. Ihre Knochenwucherung markirt sich bei älteren Individuen auch durch das Unregelmässigwerden der, die beiden Scheitelbeine trennenden Nath. Das einfache Schlussstück des dritten Wirbels, die Schuppe des Hinterhauptsbeines, ist bei der veränderten Verbindung des Kopfes mit der Rumpfwirbelsäule und durch die Wucherungen der Scheitelbeine nach hinten als gesondertes Stück kaum mehr wiederzufinden.

§. 89. In den Seitentheilen der Schädelhöle waren am deutlichsten die des ersten und letzten Wirbels ausgeprägt. Beide werden verhältnissmässig spät ossifizirt. Bei dem ersten liegt wohl der Grund darin, dass sein horizontaler Fortsatz, welcher als untere Decke der Nasenhöle auftritt, sich dem Oberkiefer akkomodirt, bei dem letzteren, weil sich jetzt die Gelenkfortsätze für die Rumpfwirbelsäule ausbilden. Die Seitentheile des ersten Schädelwirbels sind im knöchernen Zustande leicht wiederzuerkennen. Der horizontale Fortsatz derselben, welcher den grössten Theil und besonders nach hinten die untere Wand der Nasenhöle bildet, tritt bei der Verknöcherung mit den horizontalen Stücken des oberen Kiefers und Zwischenkiefers in Berührung. Bei jungen, ausgebildeten Tritonen sieht man noch deutlich die gegenseitigen Trennungsnäthe. Man hat diesen Fortsatz wegen seiner ganz abweichenden Lage von dem eigentlichen Körper der Seitentheile, von welchem er ursprünglich hervorwächst, bisher als einen gesonderten Knochen unter dem Namen „*Vomer*“ betrachtet. Ant. Dugès nennt ihn *Vomero-palatin* und lässt ihn aus seinem *Appareil ptérygo-vomerien* entstehen. Wir haben seine Genese genau, wie wir sie beobachtet, angegeben und können ihn weder mit dem einfachen *Vomer* der höheren Wirbelthiere, der auch eine ganz andere Lage hat, noch mit dem anders entstehenden, sogenannten Pflugschaarbein der Frösche vergleichen, wenn auch die Funktion und Lage der letzteren in der That gleichbedeutend ist. Werden wir uns zuerst darüber geeinigt haben, ob die als Supplemente auftretenden Fortsätze und Knochenstücke nach der Genese oder nach der Lage und Funktion zu benennen sind, so wird auch dieser Fortsatz bald unterzubringen sein. Die eigentlichen Seitentheile des ersten Schädelwirbels bieten ossificirt nichts Abweichendes dar.

Die den Scheitelbeinen entsprechenden Seitentheile sind, wie wir wissen, durch die Ohrlabyrinth-Knorpel verdrängt. Letztere vertreten jetzt ihre Stelle, obgleich sie ursprünglich gesondert dastehen und eine ganz andere Bedeutung haben. Sie sind die frühsten Knorpel am Kopf; ihre Ossifikation ist verhältnissmässig spät. Sie werden dadurch bei den höheren Wirbelthieren zu den *Partes petrosae* der Schläfenbeine, bei den niederen zu den entsprechenden Theilen der Scheitelbeine, weil die Schuppe des Schläfenbeines bei letzteren

aus früher angegebenen Gründen fehlt. Die Seitentheile des letzten Schädelwirbels sind diejenigen Stücke desselben, welche während der Verknöcherung bei den nackten Amphibien sich vorzugsweise verändern. Es beruht dieses darauf, dass, wie bekannt, mit dem Hinschwinden der Kiemen die Verbindung des Schädels mit der Rumpfwirbelsäule sich umwandelt, nämlich gelenkig wird. Zu dieser Gelenkverbindung tragen nur die Seitentheile des Hinterhauptsbeines bei. Während dieselben zu Gelenkköpfen sich entwickeln, verkümmern allmählig die Schuppe und zum grossen Theil auch der Körper des letzten Schädelwirbelbogens.

§. 90. Die Basis der Schädelhöle bildete zuletzt eine knöcherne Abtheilung für den ersten und zweiten, und eine knorplige für den dritten Wirbel. Letztere verkümmert grösstentheils und der Rest wird durch die Knochenwucherungen der vorliegenden überflügelt und ersetzt. Sobald nämlich die Knorpel des Ohrlabyrinthes ossifizirt werden, verbreitet sich das entsprechende, knöcherne Stück der Schädelbasis, welches als dem zweiten Wirbel zugehörig beschrieben wurde, durch Wucherung seitlich über die *Pars petrosa* der Scheitelbeine, und nach hinten über die knorplige Basis des dritten Schädelwirbels hinweg. Man kann anfangs die genannten Theile durch die sich ausbreitende Knochenplatte durchschimmern sehen. Je älter das Individuum wird, um so mehr werden dieselben unkenntlich, und wir haben dann statt der früheren, viereckigen, kleinen Basis des zweiten Schädelwirbels eine ziemlich grosse, dreieckig gestaltete Knochenplatte vor uns, welche seitlich auf den *Partes petrosae*, nach hinten mit der Spitze auf dem Rudimente des dritten Kopfwirbelkörpers ruht. Vorn geht sie mit der Grundfläche kontinuirlich in die Basis des ersten Kopfwirbels über.

Diese letztere entwickelt sich bei den Thieren, welche eine vordere und obere Abtheilung des ersten Visceralbogens nicht besitzen, mächtiger als bei den höheren Wirbelthieren. Sie ist übrigens so einfach, wie wir sie verliessen, wieder zu erkennen. Zu bemerken ist, dass sie sowohl, als die entsprechenden Seitentheile die Verbindung mit dem Quadratbein-Knorpel nach und nach aufgeben, indem der Ohrlabyrinth-Knorpel dieselbe übernimmt. Vorn hängt sie mit der häutig-knorpligen und sehr schwach ausgebildeten Gesichtsbasis zusammen. Auf der untern Fläche dieser Basis gerade

da, wo sie mit den entsprechenden Seitentheilen sich verbindet, findet man in erwachsenen Individuen eine Zahnreihe, welche S förmig verläuft und vorn mit der respektiven der andern Seite beinahe zusammenkommt. Man hat sie als das Rudiment eines Gaumenbeines angesehen. Die Zähnchen stützen sich auf ein schmales Knochenplättchen, welches an der genannten Stelle der Schädelbasis nur aufliegt. Im frischen Zustande ist es sehr leicht abzunehmen, und fehlt oft ganz, so auch bei der von H. Rathke beschriebenen *Salamandrina attenuata* im Zoologischen Atlas von Eschscholtz, fünftes Heft 1833. Diese Zahnleiste ist weder mit den Zähnchen an dem sogenannten *Vomer* der Frösche noch mit dem Gaumenbein der anderen Wirbelthiere in Vergleich zu stellen, welches letztere der Genese nach überhaupt nicht beim Triton zu erwarten ist. Es ist vielmehr das Residuum der vorderen Abtheilung des oberen Zahngerüstes der Schleimhaut, welches nach und nach die Verbindung mit der hinteren Abtheilung aufgiebt und bis auf das schmale Zahnleistchen verkümmert. Ich habe diesen Prozess genau verfolgen können und werde später noch einmal darauf zurückkommen.

Die Visceralhöle des Kopfes.

§. 91. Wir erinnerten schon, dass der Quadratbein-Knorpel des ersten Visceralbogens allmählig seine Verbindung mit dem ersten Schädelwirbel aufgiebt und höchstens ligamentös beibehält, indem er bei der Ausdehnung des Ohrlabyrinthknorpels an dessen äussere Fläche gelangt. Hier liegt derselbe, verkümmert dann noch etwas, ist aber im Allgemeinen beim ausgebildeten Triton im knöchernen Zustande deutlicher zu erkennen, als beim Frosch. Es ist wiederum derjenige Knochen, welcher die Gelenkfläche für den Meckelschen Knorpel wesentlich bildet und in gerader Richtung nach oben zur *Pars petrosa* zu verfolgen ist. An seiner äusseren Fläche befindet sich der weissliche Bildungsstreifen, aus welchem sich beim Frosch das *Os tympanicum* entwickelt. Beim Triton erzeugen sich aus demselben ursprünglich zwei Stücke, ein oberes, breiteres, von dreieckiger Gestalt, welches mit seiner Basis an die *Pars petrosa* angrenzt und mit der Spitze ungefähr das erste Drittheil des Quadratbeines bedeckt. Unter demselben liegt das längere, zweite Stück, welches bis zur Gelenkfläche des Quadratbeines sich ausdehnt. Späterhin verwachsen diese beiden Knochenstücke zu einem ein-

zigen, welches als solches an der äusseren Fläche des *Os quadratum* sehr gut schon früher gekannt ist, doch mit demselben als ein Knochen angesehen wurde. H. Rathke bemerkt in der Beschreibung des *Triton ensatus* a. a. O. Tab. XXII. ausdrücklich, dass das Quadratbein desselben aus zwei der Länge nach aneinanderliegenden Knochen bestehe. Ant. Dugès erklärt dieses äussere Knochenstück, welches der Genese nach das *Os tympanicum* der Frösche ist, für sein *temporo-mastoidien.* Indessen ist die *Pars mastoidea* des Schläfenbeines wesentlich ein Ergänzungsstück in den Seitentheilen der Schädelhöle zwischen dem zweiten und dritten Wirbel, und daher diese Benennung hier ganz unpassend. Wir wollen noch die Bezeichnung „*Os tympanicum*" beibehalten, wenngleich die Funktion, das Paukenfell zu stützen, bei den niederen Wirbelthieren allmählig verloren geht.

An der inneren Fläche des Quadratbeines befindet sich im entwickelten Individuum ein dreieckiges Knochenplättchen, welches, mit seiner Basis an dem Quadratbeine selbst gelegen, seine Spitze gegen das hinterste Ende des Oberkieferbeines hinrichtet. Dieses Knochenplättchen hat man *Os pterygoideum* genannt. Wir haben gezeigt, dass das Flügelbein der Entwickelungsgeschichte gemäss bei den niedrigsten Wirbelthieren nicht mehr vorhanden sein kann. Nach der Genese, welche wir ganz genau verfolgten, ist dieses Knochenstückchen das zweite, zurückgebliebene Rudiment des Knorpelblättchens, welches die hinterste Abtheilung des oberen Zahngerüstes der Schleimhaut bildete. Es lag an der inneren Fläche des Quadratbeinknorpels an, und ging von hier in die Schleimhaut der unteren Fläche der Visceralhöle über. Dieses Knorpelblättchen verknöchert allmählig vollständig, wenn seine erste Funktion, wobei die Biegsamkeit desselben erforderlich scheint, aufhört und das Oberkieferbein sich herausbildet. Alsdann verkümmert dasselbe zugleich mit der vorliegenden Abtheilung des Zahngerüstes, ihre kontinuirliche Verbindung wird, befördert durch das seitliche Zurückweichen des Quadratbein-Knorpels, getrennt, und während vorn die genannte rudimentäre Zahnleiste zurückbleibt, erhält sich am *Os quadratum* das reduzirte Knochenplättchen in einer noch innigeren Anlage, als es der Genese nach zu erwarten stand. Die Knochenwucherung dieser Gegend bringt selbst noch eine leichte Ver-

einigung mit der *Pars petrosa* zu Wege. Der Name *Os pterygoideum* ist mithin der Genesis nach rechtmässig nicht mehr beizubehalten.

Auch die Funktion ist im Wesentlichen anders. Es erscheint im entwickelten Triton gewissermaassen als die hinterste Abtheilung der knöchernen oberen Mundbegrenzung, übernimmt daher theilweise die Funktion, welche bei anderen ungeschwänzten Batrachiern *Hallmanns Os quadrato-maxillare*, *Cuviers jugale etc.* versieht. Wir haben aus der Entwickelungsgeschichte gesehen, dass der Oberkiefer in seiner Bildungsmasse und auch in seinem häutig-knorpligen Bildungsstreifen, wo derselbe, wie bei den Fröschen, Vögeln etc. ganz deutlich zu erkennen ist, jedesmal bis zum Quadratbein-Knorpel sich hinerstreckt. Beim Triton, wie bei den geschwänzten Batrachiern grösstentheils und auch in einigen Kröten, bildet sich im Oberkiefer-Bildungsstreifen kein besonderes Knochenstück zur Verbindung mit dem Quadratbein aus, sondern es verbleibt in dieser Gegend ein mehr ligamentöser oder häutig-knorpliger Zusammenhang. Diese bandartige Verbindung ist der Genese nach nichts Anderes als das stellvertretende *Os jugale Cuv.* An der inneren Fläche derselben und an der des Quadratbeines befindet sich nun das reduzirte Knochenplättchen des oberen Zahngerüstes der Schleimhaut und bildet für dieselbe nach und nach eine Rinne, worin eben die bandartige Verbindung verläuft. Die Bildungsmasse des Oberkiefers erzeugt nun nach hinten gerade bis dahin seine Knochensubstanz, wo nach innen die Spitze des dreieckigen Knochenblättchens ihren Anfang nimmt. Es ist jedoch nicht die geringste Spur einer Verbindung mit demselben vorhanden, sondern das Oberkieferbein setzt sich, wie erwähnt wurde, ligamentös in der Rinne des dreieckigen Knochenplättchens verlaufend, bis zum Quadratbein fort.

§. 92. Es ist mir eine Freude für die Richtigkeit dieser Ansicht mehre Thatsachen, welche ich bei anderen nackten Amphibien vorgefunden, hier anführen zu können. So fehlen ganz entsprechend bei der *Salamandrina attenuata* (H. Rathke a. a. O.), wo statt des ausgedehnten Zahngerüstes des Triton nur eine rundliche Zahnplatte der Schleimhaut an der Schädelbasis sich befindet, auch dieses dreieckige Knochenplättchen, und die S förmigen Zahnleisten gänzlich. Daher zeichnete auch H. Rathke den skeletirten Kopf derselben

ohne diese Zahnplatte, welche übrigens bei der Ansicht der Zunge und ihrer knöchernen Stützen an der unteren Fläche der Schädelbasis deutlich in Verbindung mit der Schleim-Membran zu sehen ist.

Ferner giebt Ant. Dugès a. a. O. eine Zeichnung des Schädels der *Cécilie annelée.* Wir können nun zwar in der Benennung der einzelnen Knochenstücke derselben durchaus nicht mit dem Verfasser übereinstimmen, wollen auch auf nähere Erörterungen, welche genügend aus den vorliegenden Untersuchungen zu entnehmen sind, nicht eingehen; man überzeugt sich aber bei der Betrachtung der unteren Fläche der Schädelbasis dieser Cöcilie augenscheinlich, dass bei derselben noch im ausgebildeten Zustande ein oberes Zahngerüste der Schleimhaut ganz in der Form, wie beim jungen Triton, an dem Schädel anliegt. Seine Zahnreihe verläuft parallel einer äusseren, welche den oberen Kiefern angehört. Daher kann natürlich das Knochenplättchen des Zahngerüstes hier nicht die hinterste Partie der oberen knöchernen Mundbegrenzung unterstützen, und die Bildungsmasse des Oberkieferbeines erzeugt nun wieder ein knöchernes Verbindungstück mit dem Quadratbein, ein *Os jugale Cuv.*

§. 93. Bei einem Proteus, welchen ich auf dem hiesigen anatomischen Museum untersuchte, fand ich gleichfalls ein ähnliches Zahnskelet der Schleimhaut, wie bei den Tritonen. Es bleibt aber hier auch bei den entwickelten Thieren oben beinahe vollständig erhalten, unten gewahrte ich noch einige rudimentäre Stücke. In eben dem Maasse, als das obere Zahngerüste sich beinahe vollkommen erhält, bleibt der Oberkieferbildungsstreifen in seiner Entwickelung zurück. Es ist nur eine knorplige Grundlage vorhanden ohne Spur von Zähnen, die hinten häutig-fasrig mit dem Quadratbein zusammenhängt; der obere Zwischenkiefer ist vollständig ausgebildet. Bei der schmalen Gesichtsform des Proteus kann das obere Zahngerüste auch leichter, als bei der Cöcilie und dem Triton, das Oberkieferbein ersetzen. Hiezu kommt, dass der Proteus überhaupt eine sehr zarte Konstitution des Wirbelskelets besitzt.

Wir erhalten auf diese Weise also in der Gegend der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens beim Triton drei der Länge nach neben einander liegende Knochenstücke, welche mehr oder weniger wesentlich verschieden sind. In der Mitte ist das eigentliche Quadratbein, welches stets

die Gelenkfläche für den Meckelschen Knorpel hauptsächlich bildet: an dessen äusserer Seite, als Aussenbildung des ersten Visceralbogens, das *Os tympanicum*, welches ursprünglich aus einem weisslichen Bildungsstreifen entsteht, woraus zwei später innig verwachsende Knochenstücke erzeugt werden: endlich an der inneren Seite des Quadratbeines das Rudiment des Knochenblättchens vom oberen Zahngerüste der Schleimhaut mit seiner Rinne für die ligamentöse Verbindung des Oberkieferbeines mit dem *Os quadratum*.

Die untere Abtheilung des ersten Visceralbogens, der Meckelsche Knorpel, stimmt in seiner Verknöcherung ganz mit den übrigen Wirbelthieren überein. Er verkümmert um so mehr, je älter das Thier wird, und es erhält sich hauptsächlich nur selbstständig dasjenige Stück, welches wesentlich den Gelenkkopf für das Quadratbein bildet. Von der übrigen Partie sieht man zuweilen noch mehre rudimentäre Knochenstücke, welche an der inneren Fläche des Unterkiefers lose oder in einer Rinne sich befestigen. Mit dem Meckelschen Knorpel verschwindet auch gänzlich die vordere Abtheilung des unteren Zahngerüstes der Schleimhaut; die hintere verkümmert weit früher. Dagegen bildet sich der Unterkiefer-Bildungsstreifen jederseits kräftiger aus. Es erzeugen sich meistens drei Knochenstücke daraus, von welchen das eine besonders noch zur Befestigung des Unterkiefergelenkes, wie oben das *Os tympanicum*, beiträgt und an der inneren Fläche des Gelenkkopfes des Meckelschen Knorpels emporwuchert, gleichsam einen *Processus coronoideus* der Säugethiere darstellend. Das Stück, welches die Zähne trägt, ist lange Zeit vom dritten, unterliegenden zu trennen. Diese beiden letzteren länglichen Stücke bilden gewissermaassen den Kern des Unterkiefers und verwachsen innig mit dem frühzeitig schon entwickelten unteren Zwischenkiefer.

§. 94. Die obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens verliert ihren Knorpel durch Verkümmerung gänzlich. Es bildet sich kein Gehörknöchelchen, sondern das *foramen ovale* wird, wie bei *Bufo igneus*, durch eine knorplige Haut verschlossen, welche ihre Entstehung dem Ohrlabyrinth-Knorpel verdankt. Der Rest der Bildungsmasse von dieser oberen Abtheilung vereinigt sich mit der gleichen des ersten Visceralbogens und dem anstossenden Ohrlabyrinth-

Knorpel, so dass der früh entstehende häutige Kiemendeckel oberhalb ursprünglich wie von dort her, auszugehen scheint. Auch die Muskeln, welche sich an demselben entwickeln, hangen an der genannten Stelle mit jenen Theilen mehr oder weniger zusammen.

Der hauptsächlichste Knorpel der unteren Abtheilung des zweiten Visceralbogens, das Zungenbein-Suspensorium, reicht ursprünglich, wie beim Frosch, bis zur *Pars petrosa* und dem unteren Ende des Quadratbeins, woselbst der verschwindende obere Knorpel ihn verlässt. Es wird aus einem solchen Aneinanderliegen erklärlich, wie, nach der Verkümmerung des Kiemenapparates bei der späteren Verwandlung des Suspensoriums, die Muskelansätze des *Temporo-guttural* und *stylo-sous-hyoidien* an diesen Stellen sich danach modifiziren, wenn sie in den sogenannten *musc. pharyngeus* und *mylohyoideus* übergehen. Die Veränderung des Suspensoriums während der Verkümmerung des Kiemenapparates ist folgende. Sein häutiger Kiemendeckel vereinigt sich sammt den daran sitzenden Muskeln mit der Visceralplatte des Rumpfes (Brustgürtel). Das obere und hintere Ende verkümmert noch etwas und kommt so selbst mit dem Meckelschen Knorpel in Berührung. Zu gleicher Zeit giebt auch die vordere und untere Extremität ihre knorplige Verbindung mit dem Zungenbeinkörper allmählig auf, und an ihrer Stelle befinden sich ligamentöse und muskelartige Partieen. Der Rest des Suspensoriums theilt sich in zwei Abtheilungen. Das untere und vordere wird blattartig, bleibt meist knorplig und hängt ligamentös mit dem Zungenbeinkörper zusammen. Das hintere und obere behält seine mehr länglich-rundliche Form und verknöchert bis auf ein unbedeutendes Knorpelstückchen.

Das knorplige Schlussstück des zweiten Visceralbogens, der Körper des Zungenbeines, ist im Wesentlichen mit dem Kiemenbogenträger zugleich abgehandelt worden. Seine Ossifikation erfolgt in der Art, dass die vorderste Abtheilung, welche mit der Zunge zusammenhängt, und seine knorplige Verbindung mit dem Suspensorium aufgegeben hat, sich zeitlebens knorplig erhält. Dahinter folgt eine längliche, runde knöcherne Abtheilung und dann noch ein knorpliges hinteres Endstück, woran sich der Kiemenbogenträger befestigt. Diese Scheidung des Zungenbeinkörpers ist durchaus nur durch die Ossifikation hervorgerufen.

Die zwischen den Schlussstücken des ersten und zweiten Visceralbogens sich entwickelnde Zunge verhält sich, wie bei den Fröschen.

Das Gesicht.

§. 95. In den, von der Schädelröhre hervorwachsenden, vorderen Stirnfortsätzen haben sich jetzt allmählig ohne deutliche, ächte Chondrose die beiden Nasenbeine gebildet. Sie werden durch die erwähnten Fortsätze der Stirnbeine und durch die perpendikulären Theile der oberen Zwischenkiefer von einander getrennt. Es sind platte, unregelmässig viereckige Knochenstücke, erscheinen zuweilen wie aus zwei Stücken zusammengesetzt, und bewerkstelligen hauptsächlich die Formirung der oberen Nasenhölen-Wand. An ihrer Seite haben sich in der beinahe unmerklichen Bildungsmasse der seitlichen Stirnfortsätze kleine Knochenblättchen entwickelt. Es sind dies die Thränenbeinchen, welche, als Supplemente in der Gesichtsformation, die seitliche Wand der Nasenhöle bilden helfen. Sie liegen ihrer Genese nach zwischen den Stirnbeinen, von wo sie auswachsen, und den Nasen- und Oberkiefer-Beinen, zwischen welchen sie sich hineindrängen.

In der Bildungsmasse des Oberkiefers findet sich nun auch sein eigentlicher Knochen vor uns. Da der obere Kieferapparat ursprünglich in seiner Bildungssubstanz zweierlei Funktionen hat, nämlich die Unterstützung in der Formirung des Nasenkanals und der oberen Mundhölenwand; so thut man am besten, das obere Kiefer- und Zwischenkieferbein in zwei Knochen-Partieen zu betrachten. Die eine verläuft mehr perpendikulär und bildet die Seitenwand der Nasenhöle. Sie kann daher mit allen Bestandtheilen der letzteren in Berührung kommen. Die zweite Knochenpartie verläuft horizontal, hilft den oberen Kieferapparat im engeren Sinne zusammensetzen, trägt die Zähne und unterstützt auch die Bildung der unteren Nasenwand. Dieser horizontale Theil nun verknöchert beim Triton nicht so vollständig wie beim Frosch. Wir haben schon darauf aufmerksam gemacht, dass der ursprüngliche Zusammenhang der Bildungsmasse des Oberkiefers mit der des Quadratbeines sich hier nicht, wie gewöhnlich, durch eine Knochenbildung dokumentirt, sondern durch eine ligamentöse Verbindung, welche an der äusseren Fläche des rudimentären Knochenplättchens vom oberen Zahngerüste der Schleimhaut

in einer Rinne desselben bis zum Quadratbein hin verläuft. Diese ligamentöse Verbindung ist der Genese nach das Analogon des *Jugale Cuviers*, und, so wie dieses, nur als der hinterste Theil des oberen Kieferbeines zu betrachten. Nach vorn vereinigt sich dieses horizontale Stück des oberen Kiefers ganz innig mit dem entsprechenden des oberen Zwischenkiefers, welcher frühzeitig sich entwickelt hatte. An der unteren Wand der Nasenhöle schickt er eine Knochenwucherung aus, welche mit dem horizontalen Fortsatze des ersten Seitentheiles der Schädelhöle in Berührung tritt.

An dem oberen Zwischenkiefer bemerken wir nur seine Vereinigung mit den neu entstandenen Knochen des Gesichtes. Der perpendikuläre Theil, welcher für die vorderste Bildung der oberen Nasenhölenwand bestimmt ist, verbindet sich jetzt mehr mit dem Nasenbeine. Der horizontale verwächst innig mit dem gleichen des Oberkieferbeines, entwickelt ausserdem einen Fortsatz, welcher den vordersten Theil der unteren Nasenhölenwand bildet, und mit dem vorderen Rande des Fortsatzes vom ersten Seitentheile der Schädelhöle sich vereinigt. Die Trennungslinien der in der unteren Nasenhölenwand zusammengekommenen Knochenstücke sind bei älteren Individuen nicht mehr wieder zu erkennen. Die Gesichtsbasis ist bei den Tritonen noch unbedeutender als bei den Fröschen; sie verknöchert selten.

III. Abschnitt.

Summarische Uebersicht der Resultate aus der Entwickelungsgeschichte der nackten Amphibien.

Kapitel VII.

Die ungeschwänzten Batrachier.

§. 96. Die Entwickelung der ungeschwänzten Batrachier ist für den Embryologen von der grössten Wichtigkeit. Sie giebt uns in schon herangewachsenen Individuen den offenbaren Beweis einer Metamorphose des animalischen und vegetativen Systems, welche wir zwar bei den Insekten, doch

nirgend bei den Wirbelthieren in so merkwürdiger Art wiederfinden. Es sind die ungeschwänzten Batrachier diejenigen Wirbelthiere, welche bei dem Mangel einer Gesichtskopfbeuge uranfänglich mehr dem, unter den niederen Wirbelthieren verbreiteten Typus, zugehören, nachträglich aber eine, den höheren Amphibien, Vögeln und Säugethieren sich annäherende Form entwickeln. Diese Zwitterbildung der Frösche bedingt den ihnen eigenthümlichen Larvenzustand, und auf ihr beruht Alles, was diese Thiere vor den übrigen auszeichnet. Dieser Gedanke möge uns daher durch die Entwickelungs-Metamorphosen der ungeschwänzten Batrachier geleiten.

Von einer behufs der Larvenmetamorphose eigends entwickelten schwarzen Umhüllungshaut geschützt, strebt der Keim des Froscheichens mit der ersten Bildung der Urplatten des Wirbelsystems sogleich zu einer freieren Existenz. Statt schmarotzerartig die Dotterkugel, wie andere Wirbelthier-Embryonen, zu umwachsen, bis die typische Konformation des Wirbelsystems ein freieres Auftreten des Embryo möglich macht, erhebt sich der Froschkeim sogleich aufwärts von der Dottersubstanz, und die eben nur in der Entwickelung begriffenen Urplatten des Wirbelsystems stehen sogleich als Träger der Dotterkugel da. Auf diese Weise wird die so merkwürdig abweichende, frühe Form des Froschembryo zu Wege gebracht. Es ist eigentlich dieselbe langgestreckte Gestalt, wie wenn der Triton die Eihüllen verlässt, nur ist das Wirbelsystem hier als rohste Anlage vorhanden und trägt die viel voluminösere Dotterkugel.

§. 97. An diesem plumpen, unförmlichen, kaum zwei Linien langen Embryo, an welchem das Schwanzende durch sein spitzes Auslaufen sich leicht markirt, befinden sich schon ganz vorn die in der Entstehung begriffenen Saugnäpfchen, welche, aus der schwarzen Umhüllungshaut durch Faltenbildung sich entwickelnd, das einfache Befestigungs-Organ der Froschembryonen darstellen. Ueber denselben in einem nur sehr geringen Abstande sieht man in der Stirnwand die kleinen Erhöhungen für die Augenrudimente, hinter ihnen die erhabene Wulst, welche durch das Herz mit seinen Aortenbogen hervorgetrieben wird. Bald darauf werden die Rückenplatten des Kopfes durch die grössere Ausbildung des Gehirnes deutlicher, und von dem bis dahin nicht zu unterscheidenden Visceralstreifen wächst all-

mählig der erste Visceralfortsatz in gerader Richtung nach unten gegen die Saugnäpfchen hervor. Seine Anheftungsstelle an die Schädelhöle hat sich, begünstigt von der geringen Entwickelung des Auges, mehr an die vordere Partie des ersten Schädelwirbels hin erstreckt. Noch hat derselbe den respektiven der anderen Seite nicht erreicht, noch ist der zweite Visceralfortsatz lange nicht vorhanden, aber die Saugnäpfchen sind dienstfähig, und der so ausgebildete Embryo, geschützt von der schwarzen Umhüllungshaut, verlässt seine Eihüllen, wird mechanisch an die Pflanzentheilchen befestigt und verräth kein anderes Lebenszeichen, als den Wachsthum und die nur selten erfolgenden Seitenkrümmungen des Embryonalkörpers. Zwischen den noch unvereinigten ersten Visceralfortsätzen befindet sich die in der perpendikulären Axe des Embryo verlaufende, einfache Spalte des vorderen Visceralröhren-Einganges. Mit diesen ersten Spuren einer Kopfentwickelung tritt schon der Froschembryo aus seinen Eihüllen und vollführt nun erst seine typische Konformation bei schon freier Existenz in seinem künftigen Elemente.

Die Schädelhöle.

§. 98. Die Rückenplatten des Kopfes bilden sich ohne besonders augenscheinliche Entwickelungsmomente aus der präformirten Röhre des serösen Blattes und werden anfangs durch das Residuum derselben, der *Membrana reuniens superior*, zu einer Höle zusammengehalten. Mit der kräftigeren Ausbildung des Gehirnes erkennt man auch die Wirbelabtheilungen deutlicher, doch müssen die leicht kenntlichen Wirbel des Rumpfes, die bei allen Wirbelthieren stetige Lage des Auges an dem ersten, die des Ohrlabyrinthes, zwischen dem dritten und zweiten Wirbel, später die Visceralbogen und das durchschimmernde Gehirn selbst als wesentliche Hilfe in der Wirbel-Unterscheidung dienen. Ohne dass die vordere Schädelpartie durch eine Beugung (Gesichtskopfbeuge) für das Gesicht mehr isolirt wird, also in dem allgemeinen Plane der ganzen niederen Wirbelthier-Abtheilung, verwandelt sich die Bildungsmasse der Schädelhöle nach und nach in eine einfache, zusammenhängende Knorpelröhre, welche an der Basis und den Seitentheilen etwas dicker, in der oberen Schlussdecke mehr membranartig, überall aber in einer Kontinuität verläuft. Sie ist also ohne alle Wirbelabtheilung, eine vollkommen

geschlossene Gehirnkapsel, die nur den Nerven einen Durchgang gestattet. An den Seitentheilen befinden sich das Auge und der Ohrlabyrinthknorpel, ohne auch nur im Mindesten anfänglich die knorplige Schädelhöle zu beeinträchtigen, vielmehr lose anliegend. Ersteres dehnt sich während des Wachsthumes nach hinten über den ersten Schädelwirbel hinweg, bis in den zweiten hinein. Das Ohrlabyrinth dagegen erweitert sich etwas nach vorn dem Auge entgegen. Beide wenden sich zugleich etwas nach unten und üben so ihren Einfluss auf die Schädelpartie der Visceralbogen aus. Die Schädelhöle ist die einzige Partie des Kopfes, welche, bis auf die geringe Aenderung in der Verbindung mit dem Rumpfe, keinen Antheil an der Larven-Metamorphose nimmt. Sie geht ganz so, wie sie typisch gebildet vor uns liegt, in Ossifikation über.

§. 99. Bei diesem Prozesse treten nun, wie bei allen Wirbelthieren, die Abtheilungen der Schädelwirbel namentlich an der oberen Decke und den Seitentheilen deutlicher hervor. Die Gehirndecke wird in fünf Stücken ossifizirt: für den ersten Wirbel zwei Stirnbeine, für den zweiten zwei Scheitelbeine und für den dritten die einfache Schuppe des Hinterhauptsbeines. Letztere bleibt bei mehren Species der Gattung *Rana* stets knorplig und wird überhaupt durch die kräftige Ossifikation und durch die Ausdehnung der Scheitelbeine nach hinten sehr beeinträchtigt. In den alten Individuen ist kaum noch die frühere Trennung der einzelnen Stücke zu erkennen.

Von dem Seitentheile der Gehirnkapsel geht die dem zweiten Wirbel entsprechende Partie dadurch verloren, dass der Ohrlabyrinthknorpel gänzlich mit ihr verschmilzt und an ihrer Stelle die Vervollständigung der Gehirnkapsel übernimmt. Die Seitentheile des dritten Schädelwirbels entwickeln sich kräftig zu den Gelenkköpfen für die Rumpfwirbelsäule. Unter ihrer Vergrösserung und individuellen Ausbildung leidet der Körper und die Schuppe des Hinterhauptsbeines. Am grössten sind die Seitentheile des ersten Schädel-Wirbelbogens, an deren äusserer Fläche das Auge hauptsächlich anliegt. Sie gehen erst spät in Ossifikation über, dann aber besonders vorn, wo die *Ossa palatina* ansitzen und das Gesicht sich vorlagert, sehr kräftig, so zwar, dass man sie mit der ganzen vordersten Schädel-Partie und einer unbedeutenden Knochenmasse zwischen den Stirn- und Nasenbeinen (entsprechend einer

frühen weisslichen Bildungsmasse ebendaselbst?) für einen gesonderten, beim Frosche gar nicht stattfindenden Knochen, das *os ethmoideum*, zu halten sich berechtigt gefühlt hat. Die *Pars squamosa* und *mastoidea* des Schläfenbeines haben wir beim Frosche nicht mehr vorgefunden.

An der Basis der Schädelhöle wird der Körper des dritten Wirbels durch die entsprechenden Seitentheile sehr beeinträchtigt, ist nur im verkümmerten Zustande bei älteren Individuen vorhanden und wird sehr spät, oft gar nicht ossifizirt. Die Körper des zweiten und dritten Schädelwirbels verknöchern gleichfalls erst spät und in dem Maasse weniger kräftig, als ein knöchernes Gebilde des Schleimblattes, das fälschlich sogenannte *sphenoideum basilare*, während der Ossifikation mit ihnen sich vereinigt und die ausserwesentliche Funktion derselben, die Mundhöle zu decken, übernimmt. Dieses Knochenblättchen bildet sich in länglicher, hinten an den Seiten breiter werdender Gestalt aus der Schleimhaut des vegetativen Systems um die Zeit, wann die Froschlarve ihre inneren Kiemen entwickelt. Es liegt dann ganz lose, nur mit ihrem Muttergebilde in Verbindung, an der Schädelbasis an. Ist die Metamorphose der Larve zum entwickelten Thiere vollendet, so dehnt es sich hinten über die Ohrlabyrinthknorpel aus, verwächst, in sehr alten Individuen kaum noch trennbar, mit der entsprechenden Basis der Gehirnkapsel und formirt deren äussere Lamelle. Nur die Basis des Hinterhauptsbeines und die vorderste Partie des ersten Schädelwirbelkörpers auf ihrem Uebergange zum Gesicht sind von dem knöchernen Gebilde des Schleimblattes nicht bedeckt. Letztere wird sowohl aus diesem Grunde, als auch wegen der Anlage der *Ossa palatina* und des Gesichtes sehr kräftig ossifizirt und von den Anatomen mit Unrecht zum *Os ethmoideum* hingezogen.

Die Visceralhöle.

§. 100. Wie der *Tubus intestinalis* in der Visceralhöle, so erleidet auch diese letztere am Kopfe bei der Larven-Metamorphose die meisten Veränderungen; die Beschaffenheit des Darmkanals geht mit der der Mundhöle durch die ganze Wirbelthier-Reihe stets Hand in Hand.

Die Visceralhöle der ungeschwänzten Batrachier wird typisch durch zwei Visceralbogen und durch das Uebergangsstück der Visceralplatte des Kopfes zu der des Rumpfes, den Kiemenbogenträger, konformirt. Der erste

Visceralfortsatz wächst, das Herz hinterwärts drängend, in dem allgemeinen Plane der niederen Wirbelthier-Abtheilung mit seiner Basis in einer und derselben Richtung gerade nach unten, um mit dem der anderen Seite den ersten Visceralbogen zu bilden. Nur sein Anheftungspunkt fällt, begünstigt vorzüglich durch die noch geringe Ausbildung der Augen, wie bei den höheren Wirbelthieren, mehr nach dem vorderen Ende des ersten Schädelwirbelbogens. Beide ersten Visceralfortsätze formiren den vorderen Schluss der Visceralhöle des Kopfes und zwischen ihnen befindet sich der durch eine perpendikulär verlaufende, einfache Spalte gebildete Eingang derselben, welcher sich zur Mundöffnung metamorphosirt. Die Vereinigung der ersten Visceralfortsätze, welche durch ihr Fortwachsen die unten anliegenden Sauggrübchen mehr und mehr nach unten drängen, geschieht durch ein etwas gesondertes, aus zwei Theilen bestehendes Mittelstück. Dasselbe erhält auch eine von dem ganzen Bogen abweichende, nach unten und vorn sich hinneigende Richtung und tritt während der Larvenzeit als untere Mundbegrenzung auf.

Hinter den ersten Visceralfortsätzen wachsen die zweiten durch eine Spalte, der ersten Visceralspalte, von jenen getrennt hervor. Sie befestigen sich, dem zweiten Schädelwirbelbogen entsprechend, unmittelbar vor und etwas unter der Ohrlabyrinth-Anlage an das Schädelgewölbe. Gerade hinunter sich entwickelnd, drängen sie wiederum das Herz mit seinen Aortenbogen zurück. Beide vereinigen sich dann zu dem zweiten Visceralbogen, von dessen einfachem, noch häutigem Mittelstücke die *Membrana reuniens inferior* in zwei über einander liegenden Blättern, um die Herzhöle zu bilden, zu der Rumpfvisceralröhre übergeht. Ohne dass ein dritter Visceralbogen von dem Schädelgewölbe herabwächst, wird der zweite durch eine Spalte, der zweiten Visceralspalte, von der Rumpf-Visceralplatte getrennt.

Nur als Analogon eines dritten Visceralbogens entwickelt sich in dem oberen Blatte der Herzhöle, welches unten zwischen dem Mittelstücke des zweiten Visceralbogens und der Rumpfvisceralhöle sich befindet und die zweite Visceralspalte begrenzt, etwas später der von uns so genannte Kiemenbogenträger.

Die aus dem ersten und zweiten Visceralbogen und aus dem Kiemenbogenträger typisch konformirte Kopf-Visceralhöle bildet sich zunächst indi-

viduell für die Larvenzeit der froschartigen Thiere aus. Die erste Visceralspalte schliesst sich oben mehr durch Vereinigung der entsprechenden Bildungsmassen selbst, unten mehr häutig. Die zweite metamorphosirt sich zur äusseren Kiemenspalte, wird durch die, mehr von der äusseren Fläche des zweiten Visceralbogens nach hinten wachsenden, häutigen Kiemendeckel geschützt und lässt die äusseren Kiemen durch sich heraustreten. Das aus zwei Theilen bestehende Mittelstück des ersten Visceralbogens, rüstet sich mit zwei aus der schwarzen Umhüllungshaut gebildeten, braungefärbten, hornigen Lamellen, und fungirt als untere Mundbegrenzung.

§. 101. Jetzt sondert sich die Bildungsmasse für die Froschlarve; Muskeln und Knorpel entwickeln sich; Knochengebilde durften wegen der späteren Metamorphosen noch nicht konstituirt werden.

In der dem Schädelgewölbe unmittelbar anliegenden Partie der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens bleibt der Bildungsprozess während der Larvenzeit latent. Desto auffallender entwickelt sich das Uebergangsstück zu der unteren Abtheilung, und wird zum Quadratbeinknorpel. Derselbe ist für die Larve und deren spätere Metamorphose von der grössten Wichtigkeit. Er liegt während der Larvenzeit mit der unteren Abtheilung und der ruhenden Partie der oberen des ersten Visceralbogens, wie dieser letztere typisch konformirt ist, noch in derselben geraden Richtung. Derselbe übernimmt die Befestigung der unteren Abtheilungen des ersten und zweiten Visceralbogens an den Schädel durch Hervorbildung eines nach oben wachsenden platten Knorpels, des Orbitalfortsatzes, welcher sich ligamentös an den vorderen Theil der Stirnwand anheftet. Nach oben geht er häutig in die brachliegende Partie des ersten Visceralbogens (*os palatinum et pterygoideum*), nach unten trägt er gelenkig dessen untere Abtheilung (Meckelschen Knorpel), nach hinten endlich setzt er sich mit der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens in Verbindung und übernimmt sogar die bewegliche Befestigung der unteren Abtheilung (Suspensorium des Zungenbeines), welche den häutigen Kiemendeckel trägt.

Aus der unteren Abtheilung des ersten Visceralbogens bildet sich der Meckelsche Knorpel und zwischen den beiden jederseits das aus zwei Theilen bestehende Mittelstück, der uneigentliche so genannte untere Zwischen-

kiefer, welcher mit hornigen Lamellen versehen, die untere Mundbegrenzung gegenwärtig darstellt. Genetisch ist es als das individuell für die Froschlarve entwickelte, keilförmige Schlussstück der Meckelschen Knorpel anderer Wirbelthiere anzusehen. Die Verbindung desselben mit den Meckelschen Knorpeln ist nicht gelenkig.

Zu gleicher Zeit haben sich auch die Knorpel des zweiten Visceralbogens gebildet. Die obere Abtheilung desselben formirt, vor dem Ohrlabyrinth gelegen, einen mehr ungestalteten Knorpel, welcher mit dem des Quadratbeines sich in Verbindung setzt, und auch die Befestigung der unteren Abtheilung des zweiten Visceralbogens demselben übergiebt. Diese letztere Abtheilung, jetzt der eigentliche Kiemendeckelträger, später das Zungenbein-Suspensorium, steht mit dem der anderen Seite durch ein einfaches, plattes Knorpelstück, den Zungenbeinkörper, in Verbindung. Dieses letzt genannte Mittelstück geht in die knorplige Membran des oberen Blattes der Herzhöle, den Kiemenbogenträger, über, welcher sich nach hinten in die Rumpf-Visceralhöle verliert.

Das ist das Verhalten der knorpligen Visceralhöle im Larvenzustande.

§. 102. Während nun die Kiemen verkümmern und die Lungen sich entwickeln, das Schwanzende resorbirt wird und die Extrimitäten in ihre Funktion eintreten, während die schwarze Umhüllungshaut und ihre Gebilde hinschwinden, und endlich die merkwürdige Metamorphose des Darmkanals eintritt, sehen wir auch in der Kopfvisceralhöle hauptsächlich jene interessante Verwandlung erfolgen, wodurch der Frosch den höheren Wirbelthieren theilweise näher gestellt wird und als ausgebildetes Individuum gewissermaassen die Uebergangsstufe zu ihnen einnimmt: sie erhalten ein Gaumen- und Flügelbein. Bevor die eigentliche Metamorphose beginnt, sehen wir noch zuerst an der äusseren Fläche des Meckelschen Knorpels den Bildungsstreifen des Unterkiefers, und an dem vorderen äusseren Rande des Quadratbeinknorpels und seines Orbitalfortsatzes einen zweiten, für das *Os tympanicum* bestimmt, sich hervorbilden. Ausserdem wird die bisher ruhig daliegende Partie der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens knorplig und theilt sich allmählig in zwei Stücke, für das Gaumen- und Flügelbein, welche gegenwärtig

mit den übrigen Knorpeln des ersten Visceralbogens noch ziemlich den ursprünglichen, geraden Verlauf erkennen lassen.

Nun beginnt die Metamorphose und besteht darin, dass der Quadratbeinknorpel mit allen Theilen, die an ihm hängen, einen Rückzug nach dem Ohrlabyrinth-Knorpel unternimmt. Das Hinschwinden der Kiemenbogen mit ihren Kiemen und die theilweise oder bei einigen Fröschen auch gänzliche Verkümmerung der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens kommt ihm hiebei zu Hilfe. Zu dem Ende giebt der Orbitalfortsatz seine Verbindung mit der Stirnwand auf, verlängert sich unter dem Auge hinweggehend nach hinten und wird an das Ohrlabyrinth befestigt. So fixirt, bewegt sich nun die untere Partie des Quadratbeinknorpels mit den anhangenden Theilen immer weiter nach hinten bis in die bekannte Lage bei dem entwickelten Thiere. Während das Gaumenbein in seiner Lage vorn am Schädel verbleibt, folgen ihm das Flügelbein mit dem anliegenden Bildungsstreifen des Oberkiefers und der Meckelsche Knorpel mit seinem Unterkiefer, indem sie sich nach hinten vergrössern. Die uneigentlich so genannten, unteren Zwischenkiefer übergeben die Funktion, die untere Mundbegrenzung zu formiren, den Meckelschen Knorpeln und werden als mittleres Schlussstück wiederum mit denselben gleichsam einverleibt, um eine den übrigen Wirbelthieren analogen Bogen zu bilden.

Vom zweiten Visceralbogen verkümmert bei einigen Froschgattungen die obere Abtheilung gänzlich, bei anderen verwandelt sie sich, analogisch dem Stapes und der Columella der höheren Wirbelthiere, zu den Gehörknöchelchen der ungeschwänzten Batrachier. Von der unteren Abtheilung erhält sich ein schmaler Knorpelstreifen als Suspensorium des Zungenbeines, während das Mittelstück mit dem Kiemenbogenträger als Körper und als hintere Hörner desselben fungirt. Nach dem Hinschwinden der Kiemen und Kiemenbogen schliesst sich die zweite Visceralspalte vollends, und die Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes berühren sich hier unmittelbar.

§. 103. Während der Verknöcherung werden nun im ersten Visceralbogen die Knorpel des Gaumen- und Flügelbeines ganz so ossifizirt, wie sie nach der Metamorphose sich darstellen. Der Meckelsche und Quadratbein-Knorpel dagegen verkümmern zum grössten Theile, indem zugleich ihre

Aussengebilde, der Unterkiefer und das Paukenbein, sich kräftiger entwickeln. Es erhalten sich vom Quadratbein hauptsächlich das Gelenkstück für den Meckelschen Knorpel, und eine feine Knochenlamelle, welche zwischen dem Flügelbein und dem *os tympanicum* gelagert ist; von dem Meckelschen Knorpel das Verbindungsstück mit dem Quadratbein, das spätere eigentliche Gelenkstück des Unterkiefer-Apparates, und das während der Larvenzeit als unterer Zwischenkiefer fungirende Mittelstück, welche beide durch den eigentlichen Unterkiefer in Verbindung gehalten werden. Auf Kosten dieser verkümmernden Visceralknorpel entwickeln sich daher kräftiger die Aussengebilde derselben, das Pauken- und eigentliche Unterkieferbein, und stellen so einen ähnlichen Gürtel am Kopfe dar, wie der Brust- und Beckengürtel am Rumpfe. Ein unterer, eigentlicher Zwischenkiefer bildet sich nicht.

Am zweiten Visceralbogen nimmt die Ossifikation ohne Veränderungen der bestehenden Knorpel ihren ruhigen Fortgang. Den Zungenbeinkörper betrachten wir wieder gemeinschaftlich mit dem Kiemenbogenträger.

Der Kiemenbogenträger.

§. 104. Von dem Mittelstücke des zweiten Visceralbogens geht die *Membrana reuniens inferior* in zwei Blätter, welche die Herzhöle formiren, zur Rumpfvisceralhöle über. Seitlich liegen diese Blätter beisammen und begrenzen die zweite Visceralspalte, hinten bleiben sie offen und gestatten der Herzhöle eine Kommunikation mit der Rumpfvisceralhöle. Während nun das untere Blatt als solches sich erhält, setzt sich in dem oberen das Mittelstück des zweiten Visceralbogens mit der Rumpfvisceralplatte in Verbindung. Auf diese Weise bildet sich in demselben eine knorplige Membran aus, welche mit dem Mittelstücke des zweiten Visceralbogens, dem Zungenbeinkörper, in enger doch trennbarer Verbindung steht, seitlich nach hinten durch den vierten uneigentlichen Kiemenbogen an die Visceralplatte des Rumpfes, und unmittelbar hinterwärts an die *Cartilagines arytaenoideae* grenzt. Ihre grösste Ausbildung besteht in der Larvenzeit, während welcher sie die drei knorpligen Kiemenbogen trägt, und daher der Kiemenbogenträger genannt wird.

Wenn nun die drei eigentlichen Kiemenbogen mit ihren Kiemen und Aortenästen in dem Verkümmerungsprozess vergehen, so schrumpft auch die knorplige Membran des Kiemenbogenträgers etwas zusammen, und nur sein

hinterer, seitlicher Anhang, der vierte uneigentliche Kiemenbogen, bildet sich kräftiger zu dem sogenannten *Cornu posterius s. thyreoideum* des Zungenbeines aus. Genetisch ist dieses letztere mit dem hinteren Stücke des *cornu posterius* der Tritonen und mit dem *os pharyngeum inferius* der Fische zu vergleichen. Während der Ossifikation wird dasselbe mit dem Suspensorium des Zungenbeines ziemlich gleichzeitig knöchern. Der Haupttheil aber des Kiemenbogenträgers verschmilzt inniger mit dem Mittelstücke der beiden Suspensoria, bildet mit denselben, kaum noch trennbar, den sogenannten Körper des Zungenbeines der froschartigen Thiere und verbleibt mit ihnen meistens im knorpligen Zustande.

Das Gesicht.

§. 105. Behufs der typischen Konformation des Gesichtes, dem Verbindungstheile beider Röhren des Wirbelsystems zur Formirung der Nasen- und auch der Mundhöle, entwachsen die paarigen Nasenfortsätze der Schädelhöle (Stirnwand), und die paarigen Bildungsmassen der Oberkiefer der Visceralröhre (obere Abtheilung des ersten Visceralbogens), und vereinigen sich an der sie stützenden Gesichtsbasis, einer unmittelbaren Verlängerung des Grundtheiles der Gehirnkapsel. Dadurch wird die Nasenhöle, in zwei Kanäle durch die Gesichtsbasis getrennt, gebildet. Oben befinden sich die Nasenfortsätze, seitlich die Bildungsmassen der Oberkiefer, unten wiederum die letzteren in Gemeinschaft mit der Gesichtsbasis. Die auf diese Weise zusammengesetzte untere Wand der Nasenhöle dient zugleich als obere Decke (Gaumendecke) der Mundhöle; hinten stossen die Anfänge des ersten Visceralbogens unmittelbar daran. Während nun eine weissliche, für die typische Gesichtsbildung weniger wesentliche Bildungsmasse zwischen den Nasenfortsätzen und der Stirnwand, als Ersatz für die fehlenden Thränenbeinfortsätze, sich zeigt und bald darauf sich unseren Blicken entzieht, wird das Gesicht vollständig durch die paarigen Bildungsmassen des oberen Zwischenkiefers konformirt. Diese entwickeln sich hauptsächlich von der Gesichtsbasis ausgehend zwischen die Nasen- und Oberkieferfortsätze. Sie lassen sich alsbald, um die Larvenform der Frösche zu individualisiren, seitlich den Oberkiefern vorbeiwachsend auf den ersten Visceralbogen (Meckelschen Knorpeln) nieder, so zwar, dass sie, mit hornigen Lamellen sich bewaffnend, allein jetzt

die obere, und die uneigentlich so genannten unteren Zwischenkiefer die untere Mundbegrenzung formiren.

§. 106. An der Absonderung von härteren, vorzüglich knorpligen Gebilden nehmen während der Larvenzeit die Bildungsmassen der Oberkiefer und auch der Gesichtsbasis keinen Antheil. Nur die Nasenfortsätze und die oberen Zwischenkiefer bilden die für die Froschlarve eigenthümlich geformten Knorpel, in der Art, dass die ersteren sich mächtig nach vorn verlängern und die Hauptstütze der letzteren übernehmen.

Sobald die Froschlarve ihr individuelles Leben beendet, und die grosse Metamorphose zum entwickelten Thiere ihren Anfang nimmt, so individualisiren sich auch die bisher brachliegenden Bildungsmassen der Oberkiefer. Es werden weissliche Bildungsstreifen, die Anlagen der Oberkieferbeine, sichtbar, welche nach hinten, dem Urtypus gemäss, bis zum Quadratbein zu verfolgen sind. Sie übernehmen gemeinschaftlich mit den oberen Zwischenkiefern, welche jetzt in ihrer ursprünglichen Lage sich wieder zurückziehen, die obere Mundbegrenzung, sowie der Meckelsche Knorpel mit seinem einverleibten Schlussstücke (der uneigentliche so genannte untere Zwischenkiefer) und mit dem eigentlichen Unterkiefer die untere. Dem Rückzuge des Quadratbeinknorpel muss auch der Oberkiefer folgen, indem er sich mehr und mehr nach hinten erweitert. Auch die Gesichtsbasis verknorpelt und befestigt, in Gemeinschaft mit den Oberkieferbeinen, die allein jetzt nur vorhandenen horizontalen Theile der oberen Zwischenkiefer, während die Nasenbeinknorpel am vorderen Ende verkümmern und in ihre ursprüngliche Lage zurückgehen.

§. 107. Während der Ossifikation verknöchern nun die genannten härteren Gebilde des Gesichtes in den bekannten Formen. Zu den horizontalen Theilen der oberen Zwischenkiefer bilden sich ohne deutlich vorangegangene Knorpelbildung die aufsteigenden, perpendikulären Aeste. Die Bildungsstreifen der Oberkieferbeine werden in zwei Stücken ossifizirt. Die vorderen sind mit Zähnen bewaffnet und dienen zugleich der Nasenhölenbildung: sie sind die bisher eigentlich so genannten Oberkieferbeine. Die hinteren unterhalten die ursprüngliche Verbindung mit dem Quadratbein, helfen, ohne Zähnchen zu bilden, die obere Mundbegrenzung formiren und

sind unter dem Namen „*Jugale Cuv., os quadrato-maxillare Hall. etc.*“ bekannt. In den Nasenkanälen sehen wir die Schneidersche Membran ohne alle härteren, unmittelbaren Stützen (*os ethmoideum*) sich ausbreiten*). Bei älteren Fröschen zeigt sich nur noch während der Ueberhandnahme des Ossifikations-Prozesses in der unteren Wand der Nasenkanäle jederseits das mit Unrecht so genannte Pflugschaarbein. Die Bildungsmassen der Oberkiefer, Gesichtsbasis und auch des angrenzenden Visceralbogens helfen bei der Hervorbildung desselben. Nach der Funktion könnte man es das untere Nasenbein oder auch die Gaumenplatten nennen, zumal es bei den Fröschen weit mehr als das Gaumenbein selbst die obere Decke der Mundhöle formirt. Auch ist zu bemerken, dass um diese Zeit zwischen den Stirn- und Nasenbeinen eine unbedeutendere Knochenmasse, entsprechend? der weisslichen Bildungsmasse an ebenderselben Stelle, sich hervorbildet.

Kapitel VIII.

Die geschwänzten Batrachier.

§. 108. Ist die Entwickelungsgeschichte der froschartigen Thiere so höchst interessant durch ihre eigenthümliche Larven-Metamorphose, so wird es die der Tritonen durch den ungetrübteren, leichter zu verfolgenden Verlauf. Die geschwänzten Batrachier veränderen sich in der That von der ursprünglichen Konformation des Wirbelsystems nur wenig; man erkennt, von den Extremitäten absehend, in dem eben aus dem Ei gekrochenen Triton die allgemeine Form des alten sehr leicht wieder.

Ein zweites nicht minder wichtiges Interesse gewährt die Bildungsgeschichte des Triton dadurch, dass sie uns so augenscheinlich die Art und Weise darlegt, wie die Natur bei noch mangelhafter Ausbildung des knöchernen Kieferapparates vikariirende Skelettheile aus dem Schleimblatt entwickelt und dieselben sogar später im rudimentären Zustande an das Wir-

*) So finden wir es wenigstens selbst noch bei ziemlich grossen, entwickelten Individuen der *Rana fusca.* Es ist möglich, dass bei ganz alten Thieren sich auch hier härtere Gebilde erzeugen.

belsystem befestigt. Diese Thatsache erscheint mir von grosser Wichtigkeit besonders für die Deutung mehrer zum Wirbelskelet gerechneten Kopftheile der Knorpelfische.

§. 109. Die Tritonen entwickeln nun, in Uebereinstimmung mit den Fischen und abweichend von den froschartigen Thieren, die Rücken- und Visceralplatte bei der ersten Entstehung in einem solchen Verhältniss zur Dotterkugel, dass diese letztere von den Urplatten des Wirbelsystems förmlich schmarotzerartig umgeben wird. Nachdem dann die Wirbelabzeichnungen deutlicher erkennbar, und mehre Bildungsfortsätze am Kopfe sichtbar geworden sind, windet sich gleichsam der Triton-Embryo allmählig von der Dotterkugel ab, um seine freiere Existenz zu Wege zu bringen. Ist mit der Vollendung der typischen Konformation auch die Freiheit errungen, dann erst verlässt der Embryo seine Eihüllen und bewegt sich nun gleich mit der grössten Behendigkeit in seinem Elemente umher, einem kleinen Fische sehr ähnlich.

Die Schädelhöle.

§. 110. Zur typischen Konformation der Schädelhöle vereinigen sich die Rückenplatten des Kopfes, wie bei allen Wirbelthieren, ohne deutlich wahrnehmbare Bildungsmerkmale. Die anfänglich geringe Ausbildung des Gehirnes und seiner Abtheilungen machen auch die Wirbelabzeichnungen der Gehirnkapsel weniger augenscheinlich; während der Chondrose ist dieses deutlicher. Zur Seite der schwachgewölbten Stirnwand sind die Augenrudimente äusserst früh schon bemerkbar. Sie schreiten alsdann rasch in ihrer Ausbildung vorwärts und dehnen sich dabei seitlich nach hinten und auch nach unten aus. Hier kommen ihnen die zwischen dem zweiten und dritten Schädel-Wirbelbogen ursprünglich gelegenen Anlagen der Ohrlabyrinthe entgegen. Ungefähr auf der Grenze des ersten und zweiten Schädelwirbels berühren sie sich und dienen so sammt den Visceralbogen zur Unterscheidung der einzelnen Wirbelabtheilungen.

§. 111. Gemäss dem einfacheren Typus der niederen Wirbelthier-Abtheilung beugt sich nun der erste Schädelwirbelbogen nicht, sondern die typisch konformirte, gerade verlaufende Schädelröhre geht unmittelbar in den Knorpelzustand über. Es entsteht so eine anfangs einfache, kontinuir-

liche Höle, an welcher besonders die Basis des Schädels kräftiger verknorpelt und ohne Trennung durch die dünneren Seitentheile in die knorplige Membran der Schädeldecke übergeht. An dieser knorpligen Gehirnkapsel liegen jetzt die Ohrlabyrinth-Knorpel lose an, ohne auch nur im Mindesten die entsprechenden Seitentheile zu beeinträchtigen oder lückenhaft zu machen.

Wenn die Zeit der Ossifikation sich nähert, so sieht man die knorplige Schädelröhre an den Seitentheilen und an der Basis in einzelnen Wirbel-Abtheilungen sich abscheiden. Es lassen die Seitentheile des dritten und ersten Schädelwirbels sich isolirt darstellen. Von dem letzteren hat sich an dem vorderen Ende ein horizontaler Fortsatz zur Unterstützung der unteren Nasen- oder Gaumendecke hervorgebildet. Die dem zweiten Wirbel entsprechende Seitenpartie ist mit dem Ohrlabyrinth-Knorpel völlig einverleibt und wird durch denselben in seiner Funktion vertreten. In der *Basis cranii* hat sich das noch knorplige kleine Körperstück des dritten Schädelwirbels von der kontinuirlich zusammenhängenden knöchernen des zweiten und dritten geschieden. Die beiden letzteren dagegen sind durch ihre Lage und durch die bedeutend abweichende Ausdehnung in der Länge und Breite hinlänglich markirt.

§. 112. Während der allgemeiner werdenden Ossifikation zeigen sich auch in der früher mehr häutigen Schädeldecke die knöchernen Schlussstücke der einzelnen oberen Wirbelbogen. Es bilden sich zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine und die kleine unbedeutende, oft knorplig verbleibende Schuppe des Hinterhauptsbeines, welche, durch die vorliegenden *Ossa parietalia* stark beeinträchtigt, in älteren Individuen oft kaum noch wiederzufinden ist. Von dem inneren Winkel der ungefähr viereckigen Stirnbeine wächst ein schmaler, langer Fortsatz zwischen die noch häutigen Nasenbeine zu dem knöchernen oberen Zwischenkiefer und stützt den letzteren während des häutigen Zustandes der übrigen Gesichts-Bildungstheile. Die Seitentheile des ersten Schädelwirbels verknöchern als trennbare Stücke, wie sie knorplig vorhanden waren. Ihre horizontalen Fortsätze treten mit den gleichen der oberen Kiefer und Zwischenkiefer in der unteren Wand der Nasenkanäle zusammen und sind in älteren Individuen nicht mehr geschieden wiederzuerkennen. Man hat sie mit Unrecht für den fehlenden *Vomer* der Tritonen erklärt. Die Sei-

tenpartieen des zweiten Wirbels werden durch die *Partes petrosae* der Schläfenbeine ersetzt, die des dritten bilden sich auf Kosten des oberen und unteren Schlussstückes zu den Gelenkfortsätzen für die Wirbelsäule mächtiger aus. Von der *Basis cranii* wird durch die Ueberhandnahme der Ossifikation besonders das Körperstück des zweiten Wirbels in Anspruch genommen. Dasselbe wuchert seitlich unter die *Partes petrosae* und nach hinten auch über einen Theil der Basis des Hinterhauptsbeines, welches erst später verknöchert.

Die Visceralhöle.

§. 113. Die Visceralhöle oder untere Röhre des Wirbelsystems verdankt ihre Entstehung am Kopf den graulich gefärbten, ungefähr dreieckig gestalteten Bildungsstreifen, welche unter den Rückenplatten jederseits zu finden sind. Sie grenzen hinten grösstentheils an die Wulst, welche durch das Herz mit seinen Aortenbogen hervorgetrieben wird; vorne dehnen sie sich bis zu den Augen aus, welche, in der Entwickelung schon bedeutend vorgeschritten, ungefähr bis zur Hälfte der Seitentheile des ersten Schädelwirbelbogens sich erstrecken; unten gehen sie in die *Membrana reuniens inferior* über, und vorn gewahrt man zwischen ihnen eine kleine einfache Spalte, den vorderen Eingang zur Visceralhöle (Mundöffnung). Nun entwickeln sich die Visceralfortsätze. Gemäss der genannten Ausdehnung des ursprünglichen Visceralstreifens nimmt der erste Visceralfortsatz von der hinteren Hälfte des ersten Schädelwirbels seinen Anfang und steigt in gerader Richtung nach unten, um sich mit dem der anderen Seite zu dem ersten Visceralbogen zu vereinigen. Dieser ist bei den niederen Wirbelthieren in seiner reinsten Form und einfachsten Lagerung zu finden.

Noch ehe der genannte Bogen vollkommen geschlossen, wachsen, durch die erste Visceralspalte von ihnen getrennt, die zweiten Visceralfortsätze nach unten hervor, um den zweiten Visceralbogen zu formiren. Sie sind in der Form den ersten ganz gleich. Ihr Ursprung befindet sich in der Gegend des zweiten Schädelwirbels dicht vor den Urrudimenten der Ohrlabyrinthe. Sie sind hinten durch die zweite Visceralspalte von der Visceralplatte des Rumpfes getrennt. Unten werden sie vorläufig durch die *Membrana reuniens inferior* verbunden, welche von hier, wie bei den Fröschen, in zwei Blättern, wodurch die Herzhöle konformirt wird, zur Bauchhöle übergehen.

In dem oberen dieser Blätter vereinigt sich der zweite Visceralbogen mit der Visceralplatte des Rumpfes durch ein den niederen Wirbelthieren eigenthümliches Gebilde, welches anfänglich als Träger der Kiemenbogen auftritt und deswegen „Kiemenbogenträger" genannt ist. Auf diese Weise ist die Kopfvisceralhöle der Tritonen typisch gebildet; einen wirklichen dritten Visceralbogen finden wir nicht.

Zur Vervollständigung der typischen Konformation schliesst sich mehr häutig die erste Visceralspalte, wogegen die zweite, in der unteren Mitte durch die Herzhöle gesammt dem Kiemenbogenträger getheilt, zur äusseren Kiemenöffnung sich verwandelt, die äusseren Kiemen durchtreten lässt und von dem häutigen Kiemendeckel des zweiten Visceralbogens überdeckt wird. Ferner entwickeln sich an der äusseren Fläche der Vereinigungsstelle beider erster Visceralfortsätze die unteren Zwischenkiefer. Durch sie sowohl, als durch den oberen Kieferapparat wird die einfache, zwischen den ersten Visceralfortsätzen in der perpendikulären Axe des Embryo gelegene, vordere Visceralhölenöffnung allmählig in die horizontal verlaufende Mundspalte verwandelt. Endlich bemerken wir noch jederseits das allmählige Hervorwachsen eines langen, zylinderförmigen Fortsatzes, welcher seine Ursprungsstelle an der Schädel-Abtheilung des ersten Visceralbogens hat und an der Spitze etwas angeschwollen erscheint. Es ist die so merkwürdige Kopfextremität der jungen Tritonen, wenn die Rumpfextremitäten noch nicht ausgebildet sind.

§. 114. Jetzt beginnt die Chondrose der Visceralbogen; die des Kiemenbogenträgers fällt später. Anfänglich sind keine Trennungen in einzelne Stücke sichtbar. Alsdann scheiden sich die knorpligen Visceralbogen jederseits in eine o b e r e Abtheilung, welche am Schädel gelegen und der Bildungsmasse des ursprünglichen Visceralstreifens angehört, und in eine u n t e r e, welche dem eigentlichen Visceral f o r t s a t z e seine Entstehung verdankt. Die obere Abtheilung des ersten Visceralbogens bildet den Quadratbeinknorpel, welcher nach und nach seine Verbindung mit der Schädelhöle aufgiebt und an das Ohrlabyrinth sich befestigt. Er hat an seinem unteren Ende eine Gelenkfläche für die untere Abtheilung. Diese ist der Meckelsche Knorpel, welcher mit dem der anderen Seite zu dem unteren Schlussstücke des ersten

Visceralbogens sich vereinigt. An der äusseren Fläche der Knorpel beider Abtheilungen werden bald weissliche Bildungsstreifen sichtbar. Zuerst an dem Meckelschen Knorpel für den unteren Kiefer und Zwischenkiefer, welcher letztere sehr frühe knöchern wird und mit Zähnchen sich bewaffnet. Der später entstehende Bildungsstreifen an dem Quadratbeinknorpel ist für das Paukenbein bestimmt.

Die obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens ist kaum sichtbar geworden, um bei dem Mangel aller Gehörknöchelchen alsbald ganz zu verschwinden. Es bleibt allein die untere Abtheilung übrig, welche als ein länglicher, plattrunder Knorpel gegenwärtig den Kiemendeckel trägt, später zum Suspensorium des Zungenbeines sich umwandelt und an der *Pars petrosa* des Schläfenbeines ansitzt. Er wird mit dem der anderen Seite durch einen länglichen, runden Knorpel, welcher mit dem Kiemenbogenträger zusammenhangt und den späteren Zungenbeinkörper darstellt, in Verbindung erhalten.

§. 115. Zur Zeit der Ossifikation und gänzlichen Individualisation des jungen Triton verengert sich nach dem Hinschwinden der Kiemen mit ihren Bogen die zweite Visceral- oder äussere Kiemenspalte. Der häutige Kiemendeckel verwächst allmählig mit dem der anderen Seite und vereinigt sich alsdann, über die Herzhöle nach hinten sich ausdehnend, mit der Visceralröhre des Rumpfes.

Während der Verknöcherung verkümmern theilweise die Knorpel des ersten Visceralbogens, indem an ihrer Stelle die Aussengebilde zu einem Kopfgürtel sich mehr und mehr ausbilden. Der Quadratbeinknorpel erhält sich noch am meisten und bildet im knöchernen Zustande hauptsächlich die Gelenkverbindung für den Meckelschen Knorpel mit dem Unterkieferapparate. Aus dem Bildungsstreifen an seiner äusseren Seite entstehen zwei Knochenstückchen, ein oberes, breiteres, von dreieckiger Form und ein unteres mehr länglich gestaltetes. Diese vereinigen sich alsbald, und stellen das *Os tympanicum* der Tritonen dar, welches hier jedoch nur zur Befestigung des Quadratbeins dient. Von dem Meckelschen Knorpel bleibt im knöchernen Zustande nur das Gelenkstück von dem unteren Kieferapparate. Der übrige Theil verkümmert, während der Bildungsstreifen des Unterkiefers kräftiger

ossifizirt wird und mit dem unteren Zwischenkiefer und dem Rudimente des Meckelschen Knorpels sich innig vereinigt.

Die übrig gebliebene untere Abtheilung des zweiten Visceralbogens verwandelt nach dem Verschwinden der Kiemen die länglich-plattrunde Form in eine mehr länglich-blattförmige. Dabei giebt sie ihre knorplige Verbindung mit dem Zungenbeinkörper auf und wird vorzugsweise an seinem oberen mehr rundlich geformten Ende ossifizirt.

§. 116. Das einfache Mittelstück oder der Zungenbeinkörper des zweiten Visceralbogens trägt mit seiner hinteren Extremität den Kiemenbogenträger. Wir verstehen unter diesem letzteren diejenigen Skelettheile des Wirbelsystems, welche an Stelle des dritten Visceralbogens den niederen Wirbelthieren gegeben, aus dem oberen Blatte der Herzhöle sich entwickeln, den Uebergang der Visceralröhre des Kopfes zu der des Rumpfes bilden und in ihrer grössten Entwickelung die Kiemenbogen tragen. Es erzeugen sich in dem oberen Blatte der Herzhöle, wenn die Chondrose in anderen Theilen des Kopf-Wirbelsystems schon längst begonnen, jederseits zuerst eine einfache Knorpelreihe von vier, zuletzt fünf hinter einander liegenden länglich-runden Stücken. Sie verlaufen längs den Rändern ihres Mutterblattes, mithin divergirend nach hinten, zu der Visceralhöle des Rumpfes und befestigen sich durch das vorderste Knorpelstück zur Seite des knorpligen Zungenbeinkörpers. Die mittelsten drei stützen die drei knorpligen Kiemenbogen und das später entstehende, hinterste fünfte tritt unmittelbar zur Visceralplatte des Rumpfes. Dieses letztere entwickelt Zacken, wie die drei knorpligen Kiemenbogen und ist dieserhalb, wie auch wegen seiner Lage mit Unrecht der vierte Kiemenbogen genannt worden; es trägt weder eine äussere Kieme, noch einen Aortenbogen. Nun wird noch ein sechstes Knorpelstück sichtbar, welches vom Zungenbeinkörper hinter dem ersten, vordersten Stücke entspringt und parallel demselben zu dem oberen Ende des zweiten verläuft, das den ersten Kiemenbogen trägt.

Wenn darauf die Kiemen und ihre Bogen hinschwinden, so schrumpfen auch die ihnen entsprechenden Knorpelstücke des Kiemenbogenträgers zusammen, und das hinterste fünfte, der uneigentliche vierte Kiemenbogen, rückt sich kräftiger ausbildend dem nach vorn liegenden ersten und sechsten Knorpelstücke näher. Der Kiemenbogenträger, das Analogon des dritten Visceral-

bogens der höheren Wirbelthiere wird auf diese Weise auf drei längliche, runde Skelettheile, zwei vordere und ein hinterer, zurückgeführt, welche durch das zusammengeschrumpfte Knorpelstück getrennt werden. Während der Ossifikation verbleibt dieses letztere lange Zeit in seinem knorpligen Zustande, während die drei anderen Stücke verknöchern und dem sie tragenden Zungenbeinkörper in seiner Funktion assistiren. Man hat sie das hintere Horn und die Columella des Zungenbeines der Tritonen genannt.

Das Gesicht.

§. 117. Zur typischen Konformation des Gesichtes entwachsen der oberen Röhre des Wirbelsystems (der Schädelhöle), die vorderen Stirn- oder Nasenfortsätze, der unteren oder Visceralröhre, die Bildungsstreifen der oberen Kiefer. Beide vereinigen sich jederseits auf der verlängerten Schädel- oder Gesichtsbasis, welche mit ihnen zusammen die beiden Nasenkanäle konstituirt. Zur Vervollständigung erzeugt sich zwischen dem Auge und dem vorderen Stirnfortsatze jederseits die unbedeutende Bildungsmasse des Thränenbeines, der Thränenbeinfortsatz. Endlich entwickeln sich noch zum vorderen Schlusse des Gesichtes, vorzüglich von dessen Basis, die oberen Zwischenkiefer. Sie übernehmen mit den oberen Kiefern zugleich die Bildung der oberen Mundbegrenzung. Beide zusammen aber formiren mit der Gesichtsbasis den vorderen Theil der oberen Mundhölen- oder unteren Nasenhölen-Wand, und mit den vorderen und seitlichen Stirnfortsätzen das vordere Ende der oberen Nasenhölen-Decke.

§. 118. Während der Chondrose ruhen die meisten Bildungsbestandtheile des Gesichtes. Nur der obere Zwischenkiefer wird ohne deutliche Knorpelbildung sogleich vollständig ossifizirt, befestigt sich an den schmalen knöchernen Fortsätzen der Stirnbeine, rüstet sich mit Zähnchen und tritt so dem unteren Zwischenkiefer entgegen. Die Bildungsmasse des oberen Kiefers dagegen ragt lippenartig über den unausgebildeten unteren Kiefer herüber, und entwickelt spät erst den weisslichen Bildungsstreifen für den respektiven Knochen. In der unteren Nasenhölen-Wand befinden sich jetzt schon die, von den Seitentheilen des ersten Schädelwirbels hervorwachsenden horizontalen Fortsätze.

Nimmt die Ossifikation überhand, so verknöchern auch die Bildungstheile des Gesichtes, während die schmalen Fortsätze der Stirnbeine reduzirt werden. In der oberen Decke der Nasenhölen finden sich die platten Nasenbeine, welche jederseits zuweilen wie zweitheilig erscheinen und zugleich die oberen Zwischenkiefer befestigen. Zwischen ihnen und den aufsteigenden Theilen der Oberkieferbeine sieht man die kleinen Thränenbeinchen. Der obere Kiefer selbst verknöchert sehr spät und ist dann durch kein gesondertes Knochenstück (*Jugale Cuvier*), sondern nur häutig-fasrig mit der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens (Quadratbein) in Verbindung erhalten. Vorn verbindet sich sein horizontaler Theil mit dem gleichen des oberen Zwischenkiefers, und beide zusammen entwickeln noch an der unteren Nasenhölen-Wand (Gaumengewölbe) Fortsätze, welche mit dem horizontalen Fortsatze des ersten Seitentheils der Schädelhöle zusammentreten. Anfangs unterscheidet man noch ihre Trennungslinien, später zeigt sich nur ein kontinuirliches, knöchernes Gaumengewölbe.

Das Zahnskelet der Schleimhaut.

§. 119. Zur Assistenz des Kieferapparates der jungen Tritonen, welcher nur in dem oberen und unteren Zwischenkiefer besteht, entwickelt die Natur aus der Schleimhaut der Kopf-Visceralröhre jenes so höchst merkwürdige Zahnskelet. Es entsteht durch Anhäufung des Blastema in der Schleim-Membran, welche zuerst weiss punktirt erscheint, dann Zähnchen ausbildet, endlich zu ganzen Knochenblättchen sich verwandelt, welche theils unmittelbar, theils durch platte Knorpel an das Wirbelskelet sich befestigen. Auf diese Weise erhalten wir ein oberes an der oberen und ein unteres an der unteren Visceralhölen-Wand befindliches Zahngerüste. Die beiden Knochenblättchen des oberen Zahngerüstes haben jederseits eine ungefähr S förmige Gestalt und liegen im Allgemeinen an der vorderen Abtheilung der Schädelbasis. Vorn beginnen sie auf der Scheidungsgrenze der Schädel- und Gesichtsbasis, hinten befestigen sie sich durch ein zahnloses Knorpelblättchen an der inneren Fläche des Quadratbein-Knorpels. Während sie so vorn mit den respektiven der anderen Seite sich berühren, verlaufen die hinteren Enden beider divergirend. Das untere Zahngerüste besteht auf beiden Seiten aus zwei Knochenblättchen von länglicher Form. Sie befinden

sich an der inneren Fläche der unteren Abtheilungen beider Visceralbogen, liegen an denselben ziemlich fest an und erhalten dadurch auch eine konvexe Wölbung. Die auf den unteren Abtheilungen des zweiten Visceralbogens ruhenden Knochenblättchen werden zuweilen durch ein glattes, knorpliges Mittelstück verbunden.

Wenn die oberen und unteren Kiefer sich vollständig ausbilden, wird dieses Zahnskelet der Schleimhaut grösstentheils aufgesogen. Das untere Gerüste verschwindet früher und ohne Spuren seines Daseins zurück zu lassen. Das obere dagegen verkümmert später und erhält sich noch in rudimentären Stücken, welche während der Ossifikation an das Wirbelskelet sich sehr innig anlegen. Es trennt sich nämlich während des Verkümmerungsprozesses, indem die Quadratbeinknorpel zurückweichend sich an die äussere Fläche des Ohrlabyrinthes anlegen, jederseits der vordere, mit Zähnchen besetzte Theil von dem hinteren zahnlosen, jetzt schon verknöcherten, Knorpelblättchen. Der vordere Theil wird dann auf eine einfache Knochenreihe reduzirt, welche sich ziemlich fest an die Schädelbasis befestigt. Man hat sie für das fehlende *os palatinum* der Tritonen gehalten. Das hintere, zahnlose Knochenblättchen liegt in dreieckiger Form an der inneren Fläche des Quadratbeines, nimmt in einer Rinne die häutig-fasrige Verbindung des Oberkieferbeines mit dem Quadratbein auf und ist unter dem Namen des eigentlich nicht vorhandenen *Os pterygoideum* bekannt.

Zweiter Theil.

Die Bildungsgesetze des Wirbelthier-Kopfes im Allgemeinen und seine hauptsächlichsten Variationen durch die einzelnen Wirbelthierklassen.

In dem vorliegenden Theile beabsichtigen wir die Entwickelung des Kopfes der Wirbelthiere allgemein aufzufassen und den Typus desselben, wie er sich aus den bisherigen Untersuchungen ergeben, festzustellen. Gestützt dann auf die überall sich gleichförmig zeigenden Einflüsse, welche der ursprünglichen, typischen Konformation des Wirbelthierkopfes nach meinen bisherigen Beobachtungen allmählig das individuellere Gepräge geben, werde ich versuchen den allgemeinen gültigen Kopftypus in seinen Veränderungen durch die einzelnen Wirbelthierklassen zu verfolgen.

Nicht überall können wir bei diesem Verfahren mit gleicher Bestimmtheit auftreten. Von den höheren Wirbelthieren sind uns die Säugethiere und Vögel am bekanntesten. Bei den höheren Amphibien konnten wir durch die Untersuchungen an einem jungen Embryo einer *Coluber natrix* von einer wesentlichen Uebereinstimmung mit den Vögeln uns überzeugen. Von den niederen Wirbelthieren haben wir in dem ersten Theile vorliegender Schrift die Entwickelungsgeschichte einer sehr wichtigen Abtheilung, der nackten Amphibien, niedergelegt. Auch die Uebereinstimmung in den wesentlichsten Bildungsmomenten der Grätenfische mit den geschwänzten Batrachiern haben

wir an einem jungen *Blennius veviparus* erkennen können. Es bleibt nur noch eine Reihe von Wirbelthieren übrig, deren Entwickelung von der grössten Wichtigkeit ist, ich meine die Knorpelfische. Können wir hier vielleicht noch mit einiger Sicherheit von der ersten Ordnung, der *Branchiostega*, welche auf der Uebergangsstufe zu den Grätenfischen gestellt ist, hinsichtlich der Kopfbildung, namentlich über das Gesicht, unser Urtheil abgeben, so erscheinen uns die *Holocephala*, *Plagiostomata*, *Cyclostomata* mehr oder weniger auf einer frühen Entwickelungsstufe individuell ausgebildet zu sein, so dass die entwickelten übrigen Wirbelthiere schwerlich sofort auf sie zurückzuführen sein werden. Wir wollen unsere muthmassliche Ansicht über dieselben am Schlusse vorliegender Abhandlung mittheilen, nachdem wir uns mit dem Kopftypus der anderen Wirbelthiere genauer bekannt gemacht haben.

I. Abschnitt.

Einiges über den Wirbeltypus des Kopfes im Allgemeinen.

Kapitel I.

Sein Verhältniss zu dem ganzen Wirbelsysteme.

§. 1. Der allgemeine Plan, nach welchem der Kopf der Wirbelthiere gebildet, ist durch alle Klassen ein und derselbe: es ist der Wirbeltypus.

§. 2. Die allgemeinste Form des ganzen im Wirbeltypus zusammengesetzten Systems besteht in einer oberen, vollkommenen Röhre für die Zentralorgane des Nervensystems, und in einer darunter liegenden, unvollkommenen für das vegetative System. Die Letztere stellt eigentlich eine Rinne dar, welche erst durch das untere Schlussstück der oberen Röhre in einen vollkommen verschlossenen Kanal verwandelt wird. Als sekundäre, doch ganz eigenthümliche Bildungen des ursprünglichen Wirbelsystems sind die Extremitäten mit ihren gürtelartigen Befestigungen zu betrachten.

§. 3. Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass diese Röhren des Wirbelsystems durch Vereinigung je zweier Urplatten, den Rücken und Visceral-

platten, gebildet werden. Letztere entstehen wiederum aus dem serösen Blatte, welches nach unseren bisherigen Beobachtungen beide Röhren schon präformirt, und vor der Vereinigung derselben als *Membrana reuniens superior* und *inferior Rathk.* sich dokumentirt. Ausser den beiden präformirten Hauptröhren für das Wirbelsystem entwickelt das seröse Blatt noch eine kleinere Nebenhöle für das Herz, welche ursprünglich, bevor die Visceralbogen hervorgewachsen, unter dem Schädel gelagert und als eine kleine Abtheilung der unteren Röhre zu betrachten ist. Mit der vollständigen Entwickelung der unteren Röhre des Wirbelsystems, wird die Herzhöle allmählig in die Rumpfvisceralhöle entweder vollkommen aufgenommen, wie bei den höheren Wirbelthieren und den Fröschen, oder nur theilweise, wie bei den geschwänzten Batrachiern und besonders bei den Fischen. Hier macht sie die untere, vorderste Spitze der Rumpfhöle aus, welche nicht unmittelbar in die Kopfvisceralhöle übergeht, sondern unter dem hintersten Theile derselben (Kiemenbogenträger) gelagert ist.

§. 4. Die Bildung der Röhren des Wirbelsystems geschieht nun durch das allmählige Zusammenwachsen der respektiven Urplatten. Hiebei kann man sich überzeugen, dass die Röhren in der oberen und unteren Vereinigungshaut nicht durch eine gesondert entstehende Mittelplatte oben und unten vollends verschlossen werden, sondern dass dieses eben durch das allmählige Verwachsen der beiderseitigen Urplatten selbst vollführt wird *). Doch schwieriger ist die Entscheidung, wie die obere Röhre unten abgeschlossen wird. Bei den nackten Amphibien war ich bisher nicht im Stande diesen Schliessungsakt genau zu verfolgen. Bei sehr jungen Schweine-Embryonen und beim Hühnchen erinnere ich mich einen weissen Bildungsstreifen unten zwischen den Rückenplatten gesehen zu haben, und ich möchte daher wohl glauben, dass die untere Vereinigung der Rückenplatten durch ein gesondertes Mittelstück bewerkstelligt werde **). —

---

*) Die Bildung der Urröhren des Wirbelsystems ist nicht mit der Art, wie bei der Ossifikation die einzelnen Wirbelbogen zerfallen, zusammen zu bringen.

**) Die genetische Bedeutung der *Chorda dorsalis* ist mir durch die Untersuchungen an den Embryonen der höheren Wirbelthiere und nackten Amphibien noch nicht

§. 5. Noch ehe die Vereinigung der Urplatten des Wirbelsystems erfolgt ist, ja sehr bald nach dem ersten Erscheinen derselben, sehen wir ihren frühsten Individualisations-Akt vor sich gehen, nämlich die Abscheidung in einzelne Wirbel. Es ist dann von Hart- und Weichgebilden noch lange nicht die Rede; die Bildungsmasse selbst konformirt die frühsten Wirbel-Rudimente, und die Individualität des Wirbelthieres entwickelt daraus Muskel und Skelet nach dem eignen Bedürfnisse. Auf diese Weise erhalten wir die aus einzelnen Abtheilungen (Wirbeln) konstituirten Röhren des Wirbelsystems.

§. 6. Der Kopf ist nun der vorderste Abschnitt des ganzen Wirbelsystems und nimmt in seiner oberen Röhre das Gehirn, in seiner unteren den Schlund- und Mundkanal mit seinen Gebilden auf.

Die obere Röhre des Kopfes oder die Schädelhöle unterscheidet sich in der ursprünglichen Konformation nur durch das grössere Volumen, wel-

---

ganz klar geworden. Es ist höchst wahrscheinlich, dass sie mit der Bildung eines unteren Schlusses der oberen, oder mit der allgemeinen Scheidewand beider Wirbelröhren in Beziehung stehe. Nur für den durchgreifenden Plan des ganzen Wirbelsystems halte ich ihren Einfluss von geringerem Belange, als mein verehrter Lehrer in seinem klassischen Werke „die vergleichende Anatomie der Myxinoiden etc.“ anzunehmen geneigt scheint. Uebrigens zeigt Herr Professor J. Müller selbst, dass die Gallertsäule, wie auch ich an einem sechs Zoll langen Hay bemerkte, unmittelbar weder zu den typischen Hart- noch zu den Weichgebilden wesentlich Etwas beitrage, dass erst eine zweite fibröskorplige Haut um die *Chorda dorsalis stricte sic dicta* in den oberen Wirbelbogen übergehe, dass diese knorplig und knöchern werde, und äusserlich von ihr sich die Weichtheile befinden: sie gehört also wesentlich zum allgemeinen Plane des Wirbelsystems. — Späterhin wird die *Chorda dorsalis*, wie J. Müller dieses so übersichtlich darlegt, zu dem Verbindungsmittel der einzelnen, schon während der Chondrose gesondert auftretenden, Wirbelkörper des Rumpfes, also nur des unteren Schlussstückes der Rückenmarksröhre. Am Kopfe wird die geringere Trennung der einzelnen Wirbelkörper erst durch die Ossifikation hervorgerufen. Nur der letzte Wirbelkörper ist schon knorplig von dem ersten Rumpfwirbel geschieden. Ueberall, wo man die *Chorda dorsalis* evident am Schädel vorfand, war sie auch nur auf den hinteren Theil beschränkt. Vielleicht ist sie wirklich nur zur Vermittelung der eigenthümlichen Bewegung der einzelnen Wirbelkörper bestimmt.

ches durch die kräftigere Ausbildung des darin befindlichen Zentralnerventheiles hervorgebracht wird. Die untere Röhre oder Visceralhöle des Kopfes unterscheidet sich von der Rumpf-Visceralhöle durch die Art und Weise, wie seine Röhrenform konformirt wird. Es wachsen die Visceralplatten, nicht wie am Rumpfe in ihrer ganzen Masse nach unten, um sich gegenseitig zu verbinden, sondern bilden mehre Fortsätze (Visceralfortsätze), welche durch Spalten (Visceralspalten) von einander getrennt, nach und nach zu Bogen (Visceralbogen) sich vereinigen. Es sind also die einzelnen Visceralbogen und die häutige Schädelabtheilung mit den ursprünglichen Wirbelrudimenten in Vergleich zu stellen; sie sind gleichfalls die Bildungsmassen der zu entwickelnden Hart- und auch der Weichgebilde. Das gesonderte Auftreten der Wirbelrudimente für die Kopf-Visceralhöle, als Visceralbogen, darf uns bei Erwägung der künftigen individuellen Ausbildung nicht befremden. Die Formirung der Mundöffnung, der *Tuba Eustachii* mit der Paukenhöle und dem äusseren Gehörgange, endlich die der äusseren Kiemenöffnung sind Entwickelungen, welche die Natur bei der erwähnten ursprünglichen Konformation am leichtesten vollführen konnte.

§. 7. Ausser der Schädel- und Visceralhöle, welche im Wesentlichen nur als eine Fortsetzung des Rumpf-Wirbelsystems zu betrachten sind, tritt zum Kopfe noch ein ganz neuer Bestandtheil, das Gesicht, hinzu. Es ist dasselbe, von der genetischen Seite erwogen, der durch paarige Fortsätze um die verlängerte Schädelbasis (Gesichtsbasis) konstituirte Verbindungstheil beider Röhren des Wirbelsystems, ursprünglich nur zur Formirung der Nasenhöle. Durch die eigenthümliche Lagerung des Gesichts, vor und über dem vorderen Eingange zur Kopfvisceralhöle (Mundöffnung), gelangen dessen Bestandtheile noch zur Hilfsleistung bei der Bildung der Mundhöle. Das Gesicht gehört demnach, wie die Extremitäten, zu den sekundären Bildungen des Wirbelsystems, doch ist die Art seiner Konformation durch Lage und Funktion und durch die Realisirung einer Verbindung beider Röhren des Wirbelsystems eigenthümlich, und nur gezwungen mit den Extremitäten und ihren Gürteln zu vergleichen.

Nach dieser vergleichenden Schilderung des ganzen Wirbelsystems in einem Verhalten, wo weder die Sonderung der Bildungsmasse, noch

überhaupt irgend eine individuelle Formation das einfachste Bild desselben untergraben und verdunkelt haben, finden wir im Wesentlichen eine völlige Uebereinstimmung am Rumpfe und am Kopfe: wir sehen bei beiden einen Wirbeltypus in der genannten, allen Wirbelthieren gemeinsamen Form.

Kapitel II.

Die Gesichts-Kopfbeuge.

§. 8. Bevor wir zu der besonderen Ausbildung des Wirbelsystems am Kopfe schreiten, müssen wir zuerst auf ein Phänomen aufmerksam machen, welches als der frühste Entwickelungsmoment auf die Abscheidung sämmtlicher Wirbelthiere in zwei grossen Abtheilungen hindeutet: es ist die Gesichtskopfbeuge. Noch ehe nämlich die Visceralplatten des Kopfes ihre Fortsätze zur gegenseitigen Verbindung entwickeln, wird der vorderste Abschnitt der Schädelhöle bei den höheren Wirbelthieren, den beschuppten Amphibien, Vögeln und Säugethieren, nach unten gebeugt; es wird dadurch die Längenaxe der Schädelhöle in einem Winkel gekrümmt. Bei den niederen Wirbelthieren verläuft die gesammte Wirbelsäule mit dem Gesicht, wie im Embryo so im später entwickelten Zustande, in einer geraden Längen-Richtung. Wir nennen diese Beugung der Schädelhöle, die Gesichtskopfbeuge und den Winkel selbst, den Gesichts-Kopfwinkel. Es beruht die besondere Erweiterung des Gesichts der höheren Wirbelthiere hauptsächlich auf dem genannten Phänomen. Während das Gesicht bei den niederen Wirbelthieren, nackten Amphibien und Fischen, nur als Vereinigungstheil beider Röhren des Wirbelsystems dem ersten Schädelwirbel vorgelagert wird, so sehen wir bei den höheren durch die Gesichtskopfbeuge den ganzen ersten Wirbel des Kopfes von den übrigen in der Richtung abgelenkt, in seiner Form etwas verändert, und dann zugleich in den Bereich eines erweiterten Gesichts und des Antlitzes gezogen. Es sind mit dieser modifizirten Kopfbildung zugleich andere Veränderungen des animalen und vegetativen Systems in den beiden grossen Abtheilungen des Wirbelthier-Reiches verbunden, doch kein unterscheidendes Merkmal ist in der frühsten Zeit augenscheinlicher als die Gesichtskopfbeuge. In ihrer reinen, un-

getrübten Form ist sie auch nur an sehr jungen Embryonen der höheren Wirbelthiere wahrzunehmen.

Die Hauptbedingung derselben ist, wie schon angedeutet, in dem ganzen verschiedenen Entwickelungsplan der höheren und niederen Wirbelthiere zu suchen. Die nächste Beziehung aber, welche zwischen der Gesichtskopfbeuge und anderen Entwickelungen des animalischen Systems stattfindet, sehe ich in dem individuelleren Auftreten der beiden Gehirnbläschen für den Geruchssinn.

Bei den nackten Amphibien habe ich nur die drei Hauptblasen des Gehirns uranfänglich unterscheiden können. Nun ist zwar die Entwickelungsgeschichte dieser Abtheilungen nicht genau genug bekannt, doch kann man wohl vermuthen, dass nach den drei Hauptrichtungen der Gehirn-Funktionen die vordere Gehirnblase für das Intellektuelle, für die Hemisphären, die mittlere für die höheren Sinne oder für die Vierhügel und die *thalami nervorum opticorum*, endlich die hintere für die Konzentration der willkürlichen Bewegungen bestimmt sind. Bei den höheren Wirbelthieren sehe ich ganz frühe gleichfalls drei unpaarige Hauptabtheilungen und ausserdem noch zwei kleinere Bläschen vorgelagert. Die Lage derselben, das ursprünglich paarige Auftreten, ferner der Vergleich mit den niederen Wirbelthieren und die nicht zu bezweifelnde Thatsache, dass erst in den höheren Wirbelthieren das Geruchsorgan von wirklicher spezifisischer Bedeutung ist, bei den Fischen dagegen sogar in seiner Reinheit in Frage gestellt werden kann: — alles Dieses lässt mich gegen manche herrschende Ansichten vermuthen, dass die genannten Bläschen dem mächtigeren Hervortreten des Geruchssinnes ihre Entstehung zu verdanken haben. Ist bei den niederen Wirbelthieren der Geruchssinn oder sein Analogon nur als eine spätere individuelle Produktion der Hemisphären selbst zu betrachten, so wird er bei den höheren gewissermaassen zu einer accessorischen, kleineren Abtheilung des ganzen Gehirnes, die mit den Hemisphären in innigerer Beziehung als die übrigen Sinne steht.

Mit diesem ersten, gesonderten Erscheinen der Bläschen für den Geruchssinn bringe ich daher das gleichzeitige, erste Auftreten der Gesichtskopfbeuge in Verbindung. Bei den Säugethieren, Vögeln und den Schlangen

sahe ich auch in der frühsten Entwickelungszeit die Geruchbläschen hauptsächlich den vordersten Abschnitt der Schädelhöle einnehmen, welcher zu dem übrigen unter einem Winkel gebeugt ist. Durch die weitere Fortbildung des Embryo der höheren Wirbelthiere erleiden diese Bläschen verschiedene Veränderungen je nach der eigenthümlichen Entwickelung der grossen Hemisphären.

Für diese unsere Ansicht spricht ausserdem noch, dass sich die Schädelhöle stets nach der Ausbildung des Gehirns richtet und dass besonders das Geruchorgan ursprünglich zu der typischen Gesichtskonformation in dem engsten Verhältnisse (die Bedingung) gestellt ist.

§. 9. Bei den Säugethieren, deren Embryonen frühzeitig die Wirbelabtheilungen der Schädelhöle erkennen lassen, überzeugt man sich, dass die gebeugte vorderste Schädelpartie gerade dem ersten Wirbel entspricht; bei den übrigen höheren Wirbelthieren giebt die Lagerung des ersten Visceralbogens die Entscheidung. Je höher nun ein Individuum in der höheren Wirbelthier-Reihe steht, um so stärker ist die Gesichtskopfbeuge, um so kleiner der Gesichtskopfwinkel. Bei den Schlangen ist der letztere noch sehr stumpf, bei dem Menschen wird er kleiner, als ein rechter Winkel.

§. 10. Die Messung des Gesichtswinkels müsste nach der vorangegangenen Beschreibung seiner uranfänglichen Entstehung, in den entwickelten Thieren am besten durch Vergleichung der Lagerungs-Richtung der Basis des zweiten und dritten Schädelwirbels, und der des ersten und seiner unmittelbaren Verlängerung für das Gesicht unternommen werden. Die Deckknochen der Schädelhöle können zu keiner Zeit ein Maass des Gesichts-Kopfwinkels abgeben, denn sie richten sich schon zu frühe nach der Ausdehnung der Gehirnblasen. Indessen auch die Schädel- und Gesichtsbasis erleiden namentlich durch ihre gleichzeitige Bestimmung der Kopf-Visceralhöle als obere Decke zu dienen, während der individuellen Entwickelung die mannigfachsten Veränderungen.

Vergleicht man die ganze Kopfbasis der niederen Wirbelthiere mit der bei den höheren, so findet man dieselbe bei ersteren in einer ganz geraden Richtung fortlaufend, so zwar, dass sie im Allgemeinen dieselbe Breite und Dicke beibehält, öfters sogar hinten voluminöser als vorn ist. Bei den nackten

Amphibien wird nur die Gesichtsbasis in der senkrechten Axe als Nasenscheidewand etwas erweitert; sonst übrigens dient die Schädelbasis einer geraden, einfachen, röhrenförmigen Gehirnkapsel. Bei einigen Fischen, bei welchen die grossen Hemisphären des Gehirnes mit den *Bulbi nervi olfactorii* sehr gering entwickelt sind, verschmelzen die ersten Seitentheile der Schädelhöle dicht über der Basis zu einer einfachen, meist knorplig-häutigen Lamelle. Alsdann hat es den Anschein, als ob die Basis sich hier in die genannte Lamelle erweitere, doch ist sie knöchern und leicht von den häutig-knorpligen, verwachsenen Seitentheilen loszutrennen.

In der höheren Wirbelthier-Abtheilung wird man bei der Betrachtung der unteren Fläche der Kopfbasis kaum auf den Gesichtswinkel, den sie doch so früh schon formirt, hingeleitet. Man überzeugt sich also, dass die Natur danach gestrebt hat, während der Entwickelung des Embryo den uranfänglichen Gesichtswinkel auszugleichen, und eine so viel wie möglich gleichmässige obere Decke für die Kopf-Visceralhöle zu bilden: es erscheint dieses nothwendig für die Funktionen des Mund- und Schlundkanals. Abgesehen nun von allen übrigen Verhältnissen des Kopfes der höheren Wirbelthiere, welche bei dem erwähnten Streben der Natur zur Sprache kommen könnten, wollen wir uns jetzt nur an der Kopfbasis halten. In ihr erkennen wir am klarsten die erste Spur der Gesichtskopfbeuge und sie soll uns daher auch bei dem entwickelten Thiere in ihrer veränderten Gestalt als Richtschnur dienen.

§. 11. Zu dem Ende betrachten wir die Flächen von senkrechten Längendurchschnitten, welche mitten durch den Schädel und das Gesicht geführt sind. Man gewahrt alsdann, dass die Kopfbasis durch Erweiterung nach unten den Gesichtswinkel auszugleichen strebt.

Bei den Schlangen ist dieses Verhalten durch die eigenthümliche, lockere Skeletbildung am Vorderkopfe und auch wegen der geringen Gesichtskopfbeuge (an dem Embryo einer *Coluber natrix* sah ich dieselbe übrigens ganz deutlich) weniger augenscheinlich. Die Basis des ersten Schädelwirbels und des Gesichts befindet sich hier in einem rudimentären Zustande und wird durch die Knochenwucherungen der Basis des zweiten Wirbels, durch die merkwürdige Entwickelung der Seitentheile des ersten Wirbels und der Nasenbeine, durch die *ossa ethmoidea etc.* ersetzt. Dennoch ist dieses

Streben auch hier nicht zu verkennen. Bei den Eidechsen ist dasselbe schon ganz evident. Die Gesichtskopfbeuge ist stärker geworden, schon an der vorderen Partie des zweiten Wirbelkörpers beginnt die Erweiterung und erreicht ihre grösste Höhe in der Basis des ersten Wirbels, welche als eine einfache Lamelle zum grössten Theile die beiden Augenhölen scheidet. Ueber ihr liegt die Höle des ersten Wirbelbogens der Schädelhöle. Ihre Verlängerung, die Gesichtsbasis, nimmt wieder allmählig in ihre Höhe ab. Bei den Vögeln findet im Allgemeinen dasselbe Verhältniss, wie bei den Eidechsen statt, nur im vergrösserten Maassstabe. Schon der ganze Körper des zweiten Schädelwirbels wird bei der Erweiterung in Anspruch genommen.

Die Gesichtskopfbeuge der Säugethiere hat bereits einen so hohen Grad erreicht, dass das bisherige Verhältniss der Kopfbildung theilweise abgeändert werden musste. Die Erweiterung der Kopfbasis ist hier am ausgebreitesten und stärksten. Beim Menschen bildet die Durchschnittsfläche der Kopfbasis ungefähr die Figur eines Dreiecks, dessen Spitze am *foramen magnum*, dessen Grundseite in der Nasenscheidewand gelagert ist. Im Verein mit allen übrigen, die stärkere Gesichtskopfbeuge begleitenden Umständen in der Kopfbildung der Säugethiere, worauf wir an geeignetem Orte zurückkommen, kann der vordere Theil der Kopfbasis nicht mehr als obere Decke der Kopfvisceralhöle dienen. Es entwickelt sich von den oberen Kiefern, Zwischenkiefern und Gaumenbeinen eine vikariirende Gaumendecke. Die Kopfbasis wird daselbst noch durch einen accessorischen Knochen, den *Vomer*, erweitert, welcher die stellvertretende Gaumendecke mit der ursprünglichen oberen Wand der Kopfvisceralhöle (namentlich Gesichtsbasis) in Verbindung setzt. Wir erhalten auf diese Weise bei den Säugethieren eine obere Decke der Kopfvisceralhöle, welche vorn durch das bekannte, eigenthümliche Gaumengewölbe, hinten durch den grössten Theil der Schädelbasis zusammengesetzt wird, und dadurch das allgemeine Bestreben der Natur, ein gleichmässiges Niveau an besagter Stelle soviel wie möglich zu Wege zu bringen, realisirt.

§. 12. Diese angeführten, grösseren Veränderungen an der unteren Fläche der Kopfbasis begleiten auch minder wichtige an der oberen, die dem Gehirne zugekehrt ist. Wie die ganze innere Fläche der Schädelhöle

von der Ausbildung des Gehirnes abhängig ist, so auch die ihrer Basis. Wir wollen hier nur besonders noch berücksichtigen die eigenthümliche Entwickelung der Gehirnblase für die grossen Hemisphären und der Bläschen für den Geruchssinn, sowohl an und für sich, als auch vorzüglich in ihrer Beziehung zu einander. Das uranfängliche Verhalten ist mir bisher bei den höheren Wirbelthieren überall gleichmässig erschienen, und dennoch ist die spätere, entwickelte Form so sehr abweichend. Die genauere Entwickelungsmetamorphosen kenne ich bei beiden nicht, aber man muss doch zugeben, dass, wie alle Gehirn-Abtheilungen unter einander, so auch besonders die grossen Hemisphären bei ihrer Ausbildung mehr oder weniger mit den anfangs mehr isolirt dastehenden Geruchsblasen sich wieder inniger vereinigen. Unter solchen Umständen musste auch der Winkel der Gesichtskopfbeuge, welcher uranfänglich mehr in der Scheidungsgrenze dieser beiden Gehirnabtheilungen gelegen und eben durch das gesonderte Erscheinen der Geruchsblasen unserer Ansicht nach hervorgerufen ward, Veränderungen erleiden, namentlich mehr geebnet werden. Man sieht daher in den entwickelten Schädeln die obere Fläche der Basis allmählig nach vorn sich meist nur erheben, statt einen Winkel formiren. Bei den niederen Wirbelthieren bildet sie vielmehr ein gleichmässiges Niveau mit der Horizontal-Linie.

§. 13. So ist denn also der Winkel der Gesichtskopfbeuge an der ossifizirten Schädelhöle durch die mannigfachsten Veränderungen mehr oder weniger untergraben und verdunkelt. Es bleibt uns daher zur Bestimmung der Gesichtskopfbeuge nur ein indirekter und unsicherer Weg übrig, vermittelst des Gesichtes (obere Gesichtshälfte) und des Anfangs der Rumpfwirbelsäule. Jenes giebt uns ungefähr die Richtung der gebeugten Röhre des ersten Schädelwirbelbogens, letzteres die, welche der zweite und dritte Wirbel uranfänglich hat. Zwei Linien, die eine mitten durch den ungefähr kegelförmigen Raum beider Nasenhölen, durch den ersten Wirbelkörper nach der Schädelhöle, und eine zweite mitten durch die zylinderförmige Röhre der ersten Rumpfwirbel, durch das *foramen magnum* und durch die Schädelhöle auf die erstere gezogen, geben uns einigermaassen die Lagerungsrichtung der uranfänglichen Gesichtskopfbeuge.

§. 14. Ehe ich die Gesichtskopfbeuge verlasse, will ich noch erwähnen, dass mit ihr gleichzeitig die Halsbeuge an der Rumpfwirbelsäule auftritt. Wir sind geneigt in dem Nackenhöcker der Embryonen der höheren Wirbelthier-Reihe die frühste Andeutung davon wahrzunehmen. Es bleibt übrigens noch ferneren Untersuchungen vorbehalten, zu erörtern, in wie weit die Hals- und Gesichtskopfbeuge sich gegenseitig bedingen und welchen Einfluss beide zusammen auf die ganze Wirbelsäule ausüben.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Urform des Kopfes sämmtlicher Wirbelthiere, wollen wir auf die besonderen Bildungsgesetze desselben übergehen. Aus den angeführten Gründen theilen wir diese in zwei Abtheilungen: in die der höheren Wirbelthiere, beschuppten Amphibien, Vögel, Säugethiere und in die der niederen, Fische, geschwänzte Batrachier, Frösche*). Wir lassen bei jedem Kopftheile die typische Konformation im Allgemeinen vorangehen und die hauptsächlichsten Veränderungen durch die einzelnen Klassen folgen.

II. Abschnitt.

Die Kopfbildung der höheren Wirbelthiere.

Kapitel III.

Die Schädelhöle.

Die typische Konformation im Allgemeinen.

§. 15. Die Schädelhöle wird frühzeitiger typisch konformirt als die Visceralhöle und das Gesicht. Sie ist derjenige Theil der Zentralnerven-

*) Die Abscheidung sämmtlicher Wirbelthiere nach der Gesichtskopfbeuge ist durchgreifender und allgemeiner als irgend eine andere. Sie erleidet keine Ausnahme, geht mit dem höheren Stande einer Wirbelthierklasse in ihrer grösseren Ausbildung Hand in Hand, ist endlich von dem Haupttypus der Wirbelthiere hergenommen und wie derselbe von der eigenthümlichen Entwickelung des edelsten Systems im Organismus abhängig.

röhre des Wirbelsystems, welcher das Gehirn umschliesst, und die Ausbildung desselben hat auf die allgemeine Form der Schädelhöle den wesentlichsten Einfluss. Noch ehe die Urplatten zur oberen Röhre sich vollkommen vereinigt, beugt sich, wie mir scheint, in Folge der besonderen Entwickelung der Geruchsblasen aus der vordersten Gehirn-Abtheilung, ungefähr diejenige Partie der Schädelhöle, welche dem ersten Wirbel entspricht, nach unten; es entsteht so die erwähnte Gesichtskopfbeuge. Ausser der allen Wirbelthieren gemeinsamen voluminöseren Ausdehnung des Schädelgewölbes formirt bei den höheren der vordere Schluss desselben, gleichfalls wegen der grösseren Ausbildung des Gehirnes, eine mehr gewölbte, kappenförmige Stirnwand.

§. 16. Wie an dem Rumpfe, so bemerken wir auch am Kopfe die Absonderung der Urplatten in Wirbel; es sind drei an der Zahl. Während in der Visceralhöle drei Visceralbogen sich hervorbilden, sehen wir an der Schädelhöle, besonders deutlich an der Basis derselben bei den Säugethier-Embryonen, die drei Wirbelkörper abgezeichnet. Der Mangel an Weichtheilen und einer gelenkigen Verbindung der einzelnen Schädelwirbel unter sich macht, dass die Abzeichnung derselben anfangs nicht so evident markirt ist, wie am Rumpfe. Ausser den Visceralbogen, den Sinnesorganen und den leicht kenntlichen Rumpfwirbeln, sind es auch vorzüglich die drei Hauptabtheilungen des Gehirnes, welche uns die Gegenden der Schädelwirbel andeuten. Hiebei hat man natürlich das Ineinandergreifen der einzelnen Gehirn-Abtheilungen und ihre grössere oder geringere Ausbildung zu berücksichtigen.

§. 17. Eine wirkliche Trennung der einzelnen Wirbel ist übrigens weder vor der Sonderung der Bildungsmasse, noch während der Chondrose zu bemerken, wenn nicht äussere Einflüsse besonders einwirken; sie wird erst durch die Ossifikation hervorgerufen. Es zeigt sich alsdann, dass die normale Verknöcherung eines oberen Wirbelbogens, durch gesonderte obere und untere einfache Schlussstücke und durch zwei Seitentheile, gemäss der grösseren Ausbildung des Gehirnes noch durch supplementarische Stücke namentlich in der oberen Schädeldecke erweitert wird. Es erzeugen sich bei allen höheren Wirbelthieren (auch bei den niederen, wenn das Kopfwirbelsystem vollständig

ossifizirt wird) im ersten und zweiten Wirbelbogen gewöhnlich zwei obere Schlussstücke: zwei Stirnbeine (so auch bei den beschuppten Amphibien) und zwei Scheitelbeine. Ausserdem treten bei sämmtlichen Vögeln und Säugethieren im zweiten Schädelwirbel noch die *partes squamosae* der Schläfenbeine als obere Schlussstücke hinzu; endlich zeigen sich in Folge der Einwirkungen des Ohrlabyrinthknorpels bei vielen Individuen der genannten höheren Wirbelthierklassen, zwischen dem zweiten und dritten Schädelwirbel, gleichfalls als Schlussstücke, die *Partes mastoideae* des Schläfenbeines und bei den meisten Säugethieren die *Ossa Wormiana.* Die *Partes squamosae*, *mastoideae* und die *Ossa Wormiana* habe ich in der eben angeführten Bedeutung, nach welcher sie als supplementarische Knochen in der oberen Schlussdecke des Gehirnes dienen, bei den beschuppten Amphibien nirgends wiedergesehen. In dem weiteren Fortgange unserer Betrachtungen werden wir darthun, dass diejenigen Knochen, welche man bei ihnen dafür gehalten, die genannte wesentliche Funktion nicht haben. Man darf aber nur das frühste Erscheinen der besagten Knochenstücke bei den Säugethieren und Vögeln während der Ossifikation beobachtet haben, um sich zu überzeugen, dass dieselben in der häutig-knorpligen Schädeldecke entstehen, und die genannte Funktion daher die richtige und wesentliche ist.

§. 18. Wir haben demnach an dem menschlichen Schädel, mit Hinweglassung der Knochenstücke für die Sinnesorgane, die Wirbelbogen folgendermaassen ausgeprägt:

a. Für den ersten Wirbel: der vordere Keilbeinkörper in seiner ganzen Ausdehnung nach vorn, als unteres Schlussstück; die *Crista galli* wird mitgerechnet; sie ist nur durch Einwirkungen des Geruchlabyrinthes während der Ossifikation abgesondert. Die vorderen Keilbeinflügel formiren die entsprechenden Seitentheile, und die Stirnbeine die oberen Schlussstücke.

b. Für den zweiten Wirbel: der hintere Keilbeinkörper als unteres Schlussstück, die hinteren Keilbeinflügel als die entsprechenden Seitentheile, und die Schuppe des Schläfenbeines mit den Scheitelbeinen, als die oberen Schlussstücke.

c. Für den dritten Wirbel das ganze Hinterhauptsbein in seiner normalen Verknöcherung eines Wirbels durch das einfache obere und untere Schlussstück und durch die beiden Seitentheile.

Zwischen den oberen Schlussstücken des zweiten und dritten Wirbels befinden sich als Supplemente die *Partes mastoideae* der Schläfenbeine und die *Ossa Wormiana.*

Veränderungen der Schädelhöle. (S. Tab. III. Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6.)

§. 19. Die Veränderungen der Schädelhöle sind zuerst solche, welche durch das umhüllte Organ selbst, das Gehirn, hervorgerufen werden, und insofern die wesentlichen heissen. Es wird dadurch, wie schon erwähnt, die allgemeine Form und die innere Fläche der Schädelhöle ausgeprägt. In dieser Hinsicht bemerkten wir schon an der Schädelbasis die theilweise Ausgleichung des Gesichtswinkels, durch innigere Verschmelzung der beiden Geruchsblasen mit der, den grossen Hemisphären entsprechenden, Gehirnblase. Die übrigen Veränderungen daselbst sind für uns von geringerer Wichtigkeit.

Die allgemeine Wölbung der Schädelhöle anlangend, so ist sie vorzugsweise von dem gegenseitigen Verhalten der einzelnen Zentralapparate des Gehirnes abhängig. Man kann drei Richtungen von einer hervorstechenden Erhebung der Schädelröhre unterscheiden. Diese werden besonders bestimmt am vorderen Theile durch die vorherrschende Ausbildung der Hemisphären, in der Mitte durch die *Lobi optici* und deren nächsten Verbindungen, endlich nach hinten durch die Konzentration der motorischen Apparate.

Bei den beschuppten Amphibien ist im Allgemeinen eine geringere Entwickelung vorzüglich der Hemisphären und auch der Sinnesorgane; die motorische Kraft überwiegt, und der Schädel wölbt sich besonders am hinteren Ende. Mit der stärkeren Gesichtskopfbeuge beginnt bei den Vögeln auch eine grössere Ausbildung der Hemisphären; die Sinne stehen höher; doch die Entscheidung wird durch die *Lobi optici* gegeben; daher die vorherrschende Wölbung der Schädelröhre mehr in der Mitte. Bei den Säugethieren findet im Allgemeinen eine gleichmässigere Entwickelung der Hemisphären, der Zentralorgane für die Sinne und der motorischen Apparate Statt; daher auch die Form der Schädelröhre ziemlich ebenmässig. Bei dem Menschen endlich herrscht das Organ der intellektualen Thätigkeit; alle übrigen Apparate

des Gehirnes sind untergeordnet; nicht die Sinne, nicht die Muskelkraft, die Intelligenz entscheidet, und die Schädelhöle wölbt sich vorn zu einer Stirne.

Die grössere Ausbildung des Gehirnes hat auch auf die senkrechte oder mehr gegen die horizontale Ebene geneigte Stellung der Seitentheile des Schädelgewölbes Einfluss. Von der Wölbung der oberen Schädeldecke in der Nähe des *Foramen magnum* hangt demgemäss die Stellung des letzteren ab. Daher kommt es bei den Vögeln, den höheren Säugethieren, besonders aber beim Menschen so tief nach unten zu stehen.

§. 20. Die accidentellen, aber für uns wichtigeren Veränderungen des Schädelgewölbes entstehen durch die höheren Sinneswerkzeuge und durch die Kopfvisceralröhre mit ihren Gebilden. Ihre Einwirkungen auf das Schädelgewölbe geschehen von aussen.

§. 21. Die Sinneswerkzeuge sind äusserst früh schon an der Schädelröhre bemerkbar. Noch ehe die Rückenplatten am Kopfe sich besonders augenscheinlich machen, sieht man am vorderen Schlusse der durch das seröse Blatt präformirten Röhre die Augenrudimente. Sie liegen ursprünglich vorn zur Seite der kappenförmig gewölbten Stirnwand. Bald darauf markiren sich vor den Seitentheilen des letzten Schädelwirbels die Bläschen der Gehörlabyrinthe und noch später zwischen den Augenrudimenten und den äusseren Rändern der vorderen Stirnfortsätze, die Grübchen der sich entwickelnden Geruchlabyrinthe. Am frühsten sind die letzteren nach meinen bisherigen Beobachtungen bei den Embryonen der Schlangen sichtbar. Bei den übrigen höheren Wirbelthieren (Vögel, Säugethiere) sah ich sie in dem schon gebildeten Nasenkanale. Ist es bei dem frühsten Erscheinen der Sinneswerkzeuge mehr oder weniger schwierig zu unterscheiden, ob sie an den Rückenplatten Theil haben oder nicht, so wird die Integrität des Schädelgewölbes gleich nach der typischen Konformation, und das isolirte Anliegen der Sinneswerkzeuge an demselben überzeugend genug, dass beide, das Schädelgewölbe und die Sinneswerkzeuge, dem serösen Blatte wohl ihre Entstehung verdanken, doch jeder seinem eigenthümlichen Typus folgt.

Nur in dem Fortgange der Entwickelung, in der späteren Zeit der Chondrose und namentlich während der Ossifikation, wirken die Sinneswerkzeuge auf das Schädelgewölbe ein. Die Labyrinthe des Geruch- und Gehör-

Sinnes verhindern mehr oder weniger den Verknöcherungsprozess in der Gegend ihrer Lagerung. Besonders ist es das Gehörlabyrinth, welches während der Ossifikation die Kontinuität des Schädelgewölbes unterbricht und als *Pars petrosa* des Schläfenbeines dem Wirbelsystem der Lage nach sehr innig einverleibt wird. Es beeinträchtigt mehr oder weniger die Seitentheile des zweiten Schädelwirbels (hintere Keilbeinflügel). Das Labyrinth des Geruchsinnes kommt nur bei den Säugethieren mit dem *Cranium* in ganz naher Berührung, so zwar, dass es mit seiner *Lamina cribrosa* dem Gehirne als Stütze dient. Bei den übrigen höheren Wirbelthieren befindet es sich getrennt in den entfernter liegenden Nasenhölen. In diesem Verhalten sehe ich es auch andeutungsweise an einem Strauss-Schädel des hiesigen anatomischen Museums. Daher möchte ich bezweifeln, dass das eigentliche *os ethmoideum* bei irgend einer Straussart in das Schädelgewölbe sich hineindränge, wenn auch, wie bei mehren Vögeln, die Nasenhölen in die Stirnbeine sich erweitern. Am wenigsten aber wäre es mit den Entwickelungsgesetzen übereinstimmend, wenn das *os ethmoideum* an der Oberfläche des Schädelgewölbes zwischen den Stirnbeinen hervorträte.

§. 22. Die Augen beeinträchtigen am wenigsten das Schädelgewölbe unmittelbar. Auch in dem entwickelten Zustande befinden sie sich, ihrem ersten Erscheinen gemäss, hauptsächlich an der Seite der ossifizirten Stirnwand d. h. an den Stirnbeinen. Nur behufs der Formirung von Augenhölen entwickeln diese letzteren während der Ossifikation einen *Margo supraorbitalis*, welcher nach hinten gewöhnlich in einen *Processus orbitalis posterior*, der sich mit dem Oberkiefer mehr oder weniger in Verbindung setzt, ausläuft. Bei den Vögeln geht der *Processus orbitalis posterior* auf die ersten Seitentheile des Schädels über, bei den Schlangen auf die Scheitelbeine. Bei einigen Nagern findet sich auch vorn ein ähnlicher Fortsatz, welcher wohl der *Glandula nasalis* seine Entstehung verdankt. An dem Schädel des *Pterodactylus crassirostris Goldf.* sehe ich gleichfalls einen vorderen Orbitalfortsatz, welcher sich mit dem der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Jochbein) verbindet. Wie viel zu der gegenseitigen Verbindung der Orbitalfortsätze mit den Oberkiefern jeder von diesen Knochen beiträgt, ist sehr verschieden. Die Ursachen bleiben der spezielleren Betrachtung der ge-

nannten Theile anheimgestellt. Ausserdem sind noch wesentlich für die Augenhölenbildung die Seitentheile des ersten Schädelwirbels, durch welche die Sehnerven hindurchtreten. Von der Gesichts- und Kiefer-Entwickelung abhängig können dann noch zur Unterstützung hinzutreten: die Thränenbeinchen, die Gesichtsbasis, das Geruchlabyrinth, die hinteren Keilbeinflügel, das Gaumen-, Oberkiefer- und selbst das Flügelbein. Hierüber das Nöthige an seinem Orte.

§. 23. Wir wollen jetzt nur im Allgemeinen hervorheben, dass die Lage der Augenhölen bei den höheren Wirbelthieren an der stärker gewölbten Stirnwand (Stirnbeine) verbleibt, und dass das Auge dadurch mehr und mehr in die Gesichtsfronte gelangt. Bei den niedrigsten beschuppten Amphibien ist dieses Verhältniss noch wenig bemerkbar, bei den Vögeln schon evidenter; noch augenscheinlicher bei den Säugethieren, jedoch mit der Modifikation, welche die grössere Ausbildung des Geruchs und die theilweise Hinzuziehung des Gehörsinnes zu dem Gesichte im weiteren Sinne hervorbringt. Bei dem Menschen endlich unterliegen, wie alle Sinne, so auch die Augen mit ihren Hölen dem Uebergewichte des intellektualen Organes. Die Stirnbeine wölben sich vollkommen über sie herüber.

Mit der Lage der Augenhöle ändert sich in gleichem Maasse auch die sie trennende Scheidewand. Bei den Schlangen werden die Augen noch meist durch die Seitentheile des ersten Schädelwirbels, welche die Hemisphären mit den vereinigten Riechkolben hier umhüllen, geschieden. Bei den Eidechsen und den übrigen beschuppten Amphibien wird das Gesicht mit seinen Sinnen mehr isolirt dem Schädel vorgelagert; es trägt zur Augen-Scheidewand schon die erweiterte Gesichtsbasis bei. Diese letztere übernimmt bei den Vögeln, wo die übermächtige Ausbildung des Sehorganes die am meisten von der Schädelhöle entfernte Lage der Geruchhölen bedingt, vorzugsweise die genannte Funktion. Bei den Säugethieren sind bei einer stärkeren Gesichtskopfbeuge, wodurch auch das Ohr theilweise zum Gesichte hinzugezogen wird, die Sinne und die Hemisphären gleichmässig ausgebildet. Es gelangt unter solchen Umständen die vorderste, mehr erweiterte Partie des Schädelgewölbes selbst wieder zu der Funktion, die Augenhölen zu trennen. Auf diese Weise wiederholt sich bei ihnen ein ähnliches Verhältniss, wie bei

den niedrigsten beschuppten Amphibien (Schlangen), aber unter Einwirkung einer grösseren Gesichtskopfbeuge und der grösseren Ausbildung der Zentralorgane des Gehirnes. Bei dem Menschen endlich überwiegt wiederum das Organ der intellektualen Thätigkeit; die *Bulbi nervi olfactorii* werden untergeordnet; die Nasenhölen liegen unter der vorgewölbten Stirne, und das Labyrinth des Geruchorganes trennt allein die Augenhölen, sich schützend durch Erzeugung einer *Lamina papyracea.*

§. 24. Ehe wir die Augenhölen verlassen, müssen wir noch erwähnen, dass die Stirnbeine zu dem Schutze derselben ausser dem *Margo supraorbitalis* noch besondere Knochenstücke, *Ossa supraorbitalia*, entwickeln. Sie sind accessorische Erweiterungen des oberen Augenrandes selbst, welche sich bei mehren Vögeln und Eidechsen vorfinden. Bei *Struthio Rhea etc.* liegt das *Os supraorbitale* am inneren Rande der Augenhöle und steht nach unten durch einen *Proc. orb. anterior* mit dem Oberkiefer in Verbindung. Auffallend sind die Augenrand-Knochen bei *Lacerta agilis* ausgebildet, wo deren zwei bis drei an der Zahl vorhanden sind. Man thäte Unrecht, wollte man dieselben, wie Theile der Stirnwand, mit den Stirnbeinen selbst in eine Kategorie stellen. Letztere sind wesentlich obere Schlussstücke in dem ersten Schädelwirbel-Bogen; die Supraorbital-Knochen dagegen wesentlich nur accidentelle, gesonderte Erweiterungen des *Margo supraorbitalis* der Stirnbeine.

§. 25. Die Veränderungen der Schädelhöle, welche durch die Visceralröhre mit ihren Gebilden erzeugt werden, beziehen sich einerseits auf die Schädelbasis, anderseits auf die gewölbte Partie der Gehirnkapsel.

§. 26. Die ersteren haben wir zum grössten Theile schon bei der Gesichtskopfbeuge angeführt. Wir zeigten daselbst, dass das Bestreben der Natur so viel wie möglich eine gleichmässige obere Decke der Visceralröhre zu bilden, die allmählige perpendikuläre Erweiterung der Schädelbasis zu Wege bringt, damit auf diese Weise der Winkel der Gesichtskopfbeuge ausgeglichen würde. Dabei leidet am meisten der Körper des ersten Schädelwirbels, von welchem unmittelbar die Gesichtsbasis ausgeht. Hiezu kommen bei den beschuppten Amphibien noch andere Umstände, welche den ersten Wirbelkörper oft unkenntlich machen. Bei den Schlangen (Tab. III. Fig. 1. 2.) veranlasst die lockere Zusammensetzung der Gesichtsknochen, ja selbst der

Stirnbeine, eine geringere Ossifikation und Ausbildung der Gesichtsbasis. Der erste Wirbelkörper wird dadurch auch gleichzeitig beeinträchtigt und erhält sich meist knorplig, von einer Knochenwucherung des zweiten Wirbelkörpers theilweise ersetzt. Das Schädelgewölbe der eigentlichen Eidechsen wird grösstentheils gar nicht ossifizirt, sondern bleibt in der Gegend der ersten und zweiten Seitentheile des Schädelgewölbes meist häutig. Auf die wahrscheinlichen Ursachen dieses Zustandes werden wir noch später zurückkommen. Hier bemerken wir nur, dass dieses gleichfalls auf eine schwache Ausprägung des ersten Wirbelkörpers von Einfluss sein muss, welcher auch grösstentheils immer knorplig verbleibt. Bei den Vögeln sieht man ihn schon deutlicher ossifizirt, doch immer hauptsächlich lamellenartig und nur unten etwas voluminöser werdend. Eine Scheidung vom zweiten Wirbelkörper ist hier selbst frühzeitig kaum bemerkbar. Erst der Schädel der Säugethiere zeigt einen ausgeprägteren, ersten Wirbelkörper. Die Erweiterung der Schädelhöle in die Breite an dem vorderen Ende, in Folge der grösseren Ausbildung der Hemisphären des Gehirnes und der Gleichstellung derselben mit den Zentralorganen aller drei höheren Sinne, ist auf dieses Verhalten von entschiedenem Einflusse.

§. 27. Auf den zweiten Wirbelkörper des Schädels wirkt noch besonders das Anliegen der Flügelbeine ein. Zur Befestigung dieser letzteren entwickeln sich zu beiden Seiten des Wirbelkörpers Fortsätze, welche nach der Lage und Funktion wohl den Querfortsätzen der Rumpfwirbel entsprechen. Beide dienen zur Befestigung von Skelettheilen der Visceralröhre. Diese Fortsätze finden sich beinahe in allen Klassen der höheren Wirbelthier-Reihe vor.

§. 28. Von Wichtigkeit ist die Einwirkung, welche die aufhebenden Muskeln des unteren Kiefer-Apparates auf das Schädelgewölbe ausüben. Diese Muskeln entspringen zumeist in der mittleren Region der Schädelhöle, und zwar von den Seitenwänden und besonders von den Schlussstücken des zweiten Wirbels. Sie liegen daselbst in der sogenannten Schläfengrube, welche durch die Entwickelung von Rand-Erhebungen an den Grenzen der Muskelansätze erzeugt und äusserlich von der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Jochbogen) umzäunt wird. Diese Schläfengruben sind bei den

Schlangen gar nicht vorhanden, indem die Muskeln des oberen und unteren Kiefers behufs des Schlingens eigenthümlich unter die einzelnen Knochen der Mundhöle vertheilt sind. Ein kneifzangenartiges Ergreifen, wobei die Aufheber des unteren Kiefers nothwendig, findet auch hier nicht statt. Am ausgebildetsten und von höchst merkwürdiger Art sind sie bei den Eidechsen, Schildkröten, Krokodilen; weniger entwickelt bei den Vögeln, endlich wiederum stärker hervortretend bei den Säugethieren.

§. 29. Die Schläfengruben haben durch ihre eigenthümliche Entwickelung bei den beschuppten Amphibien zu den merkwürdigsten Deutungen Anlass gegeben und den vergleichenden Anatomen bei der Vergleichung einzelner Schädelknochen in den verschiedenen Wirbelthierklassen häufig als Hilfsmittel gedient. Wir müssen daher die wesentlichen Punkte etwas genauer berühren. Zunächst halten wir uns an den Säugethieren und Vögeln.

Die Schläfengrube ist hier eine Fortsetzung der Augenhöle nach hinten. Der *Margo supraorbitalis* geht in einen, von neuem sich wieder erhebenden, *Margo supratemporalis* über, so zwar, dass an der Vereinigungsstelle beider gewöhnlich ein Trennungs-Fortsatz, der *Processus orbitalis posterior*, hervorwächst. Dieser verbindet sich meist mit der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Jochbein), und von der kräftigeren oder schwächeren Vereinigung beider hangt die geringere oder grössere Gemeinschaft der Schläfen- und Augengrube ab. Die allgemeine Lage der Schläfengrube wird demnach von der Augenhöle bedingt oder richtiger: sie bedingen sich gegenseitig und sind der höheren Einheit im Organismus untergeordnet. Beide befinden sich an den Seitenwänden des ersten und zweiten Schädelwirbels. Je mehr die Augenhöle nach hinten liegt, um desto mehr weicht die *Fossa temporalis* zurück; über beide entscheidet demnach bei gleicher Schädelwölbung zunächst die stärkere Entwickelung des Auges und der Kiefermuskeln. Bei den Säugethieren giebt ausserdem noch die theilweise Hinzuziehung des Ohres zum Gesichte im weiteren Sinne und die gleichmässigere Entwickelung des intellektualen Organes sammt den Sinnen den Ausschlag.

Während vorn die Schläfengrube durch den *Processus orbitalis posterior* begrenzt ist, wird sie hinten durch einen zweiten abgeschlossen, der bei den Säugethieren und Vögeln den Namen „*Processus zygomaticus ossis temporum*“

erhalten hat. Dieser hintere Fortsatz der Schläfengrube befindet sich in den beiden oberen Wirbelthierklassen an der Schläfenschuppe. Er ist als Andeutung beinahe bei allen Vögeln zu bemerken; entwickelter sehe ich ihn bei den krähen- und straussartigen Vögeln, wo er ligamentös, wie bei den Säugethieren gewöhnlich knöchern gegen die hintere Abtheilung des Oberkiefers (Jochbein) sich hinrichtet. Der Unterschied des genannten *Processus zygomaticus* der Vögel und Säugethiere beruht nur auf die gleichzeitige Gelenkbildung mit dem Unterkiefer bei letzteren. Es ist diese Funktion aber rein accidentell und nur durch die Verwendung des Meckelschen und Quadratbein-Knorpels zu den Gehörknöchelchen hervorgerufen. — Wie der *Processus orbitalis anterior* des Supraorbital-Knochens der Vögel mit dem *Processus orbitalis posterior* zu einem vollständigen Ringe sich vereinigt (Papagei), so sehen wir auch zuweilen eine Verbindung zwischen dem *Proc. orbit. post.* und dem *Process. zygomaticus* (Phasanen).

§. 30. Komplizirter wird die *Fossa temporalis* bei den beschuppten Amphibien, Eidechsen, Schildkröten, Krokodilen. Die geringere Wölbung der Schädelhöle und der dadurch bedingte Mangel einer *Pars squamosa ossis temporum*, so wie die überwiegende Stärke und Kraft der Muskeln musste eine Modifikation zu Wege bringen.

Wir wollen zunächst eine nähere Beschreibung der Schläfengrube eines Eidechsenschädels (*Lacerta agilis*) geben. (Tab. III. Fig. 3.) Der *Margo supraorbitalis* setzt sich auch hier in den oberen Schläfengruben-Rand fort. Letzterer geht von dem äusseren Rande des beinahe gar nicht gewölbten Scheitelbeines ab und erweitert sich hinten zu einem langen Fortsatze, welcher sich auf den äusseren Rand des stark hervortretenden knöchernen Ohrlabyrinthes niederlässt. Die allgemeine Lage der Schläfengrube ist demgemäss auch mehr an die Seitentheile des zweiten Wirbels verwiesen. Wie der obere Augenhölen-Rand, so ist auch der *Margo supratemporalis* kräftig entwickelt und vergrössert sich gleichfalls, wie der erstere, durch selbstständig werdende Randknochen. Es ist hier ein grösserer vorhanden, welcher in früher Zeit der Länge nach in zwei Stücken zerfällt ist. Mit den *Ossa marginalia* der Augenhöle steht er durch zwei kleine, neben einander liegende Knochenstückchen in Verbindung. An seinem äusseren Rande befinden sich dann noch zwei hinter einander

liegende, schmale, längliche Knochenstücke. Das vordere erweitert gewissermaassen den *Processus orbitalis posterior* und verbindet sich mit dem mächtigen Fortsatze der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Jochbein). Das hintere legt sich an den langen Fortsatz des Scheitelbeines, welcher die Schläfengrube beschliesst, und erreicht mit ihm den äusseren Rand der *Pars petrosa ossis temporum* da, wo das Quadratbein mit seinem Belegknochen (*Os tympanicum*) sich befestigt.

§. 31. Bei dem Vergleich der *Fossa temporalis* der Säugethiere und Vögel mit der eigenthümlichen bei der genannten Eidechse finden wir für beide dieselben leitenden Gesetze, nur modifizirt durch den kleinen Schädelbau und durch den so ausgebildeten Muskelapparat des Unterkiefers. Wir haben hier ebenfalls eine Fortsetzung des *Margo supraorbitalis* in den *M. supratemporalis*, welcher sich bei der geringen Wölbung des Schädels mehr von dem äusseren Rande der an sich kleinen Scheitelbeine erhebt. Die Erweiterung beider Ränder durch gesonderte Randknochen (*Ossa marginalia*) ist bei den bestehenden Verhältnissen eine ganz natürliche Erscheinung, die wir am oberen Augenhölenrand schon bei den Vögeln etc. beobachteten. Auch sieht man hier, wie bei den Säugethieren, Vögeln etc. die Tendenz, die Schläfengrube von der Augenhöle durch Produzirung eines *Process. orbitalis posterior* zu trennen, welcher hier jedoch unbedeutend durch ein Zwischenstück, mit dem kräftigeren Fortsatze der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Jochbein) sich vereinigt. Hinten wird die Schläfengrube gleichfalls durch einen Fortsatz begrenzt, der ausserdem noch durch ein kleines Rand-Knochenstückchen verstärkt wird. Er senkt sich bei der weiten Ausdehnung der Schläfengrube nach hinten nicht auf den Jochbogen, sondern auf die *Pars petrosa* des Schläfenbeines herab und stützt gleichzeitig die ganze Schläfenbrücke. Bei den Vögeln und Säugethieren erzeugte diesen Fortsatz die Schuppe des Schläfenbeines; hier fehlt dieselbe, und das Scheitelbein muss die allgemeine Tendenz realisiren. Es erscheint mir daher passender, wenn man diesen Schlussfortsatz der Schläfengrube allgemeiner den *Processus temporalis posterior* nennen würde. Der Name *Processus zygomaticus squamae ossis temporum* ist theils wegen des Mangels der Schuppe des Schläfenbeines, theils wegen des einseitigen und wankenden Begriffes vom Jochbogen und Jochbein, für die genetische Betrachtung des

Schädels zu sehr verwirrend. Aus eben demselben Grunde enthalten wir uns bei der Beschreibung so viel wie möglich der Ausdrücke „Jochbein, Jochbogen“ und sprechen der Genese gemäss von einer hinteren Abtheilung des Oberkiefers, welcher die ursprüngliche Verbindung des Oberkieferbeines mit dem Quadratbein bald ganz knöchern (Vögel, Krokodile, *Pterodactylus crass.*) bald ligamentös (die meisten beschuppten Amphibien) unterhält. Bei den Säugethieren ist diese Vereinigung durch Verwendung des Quadratbeins in den Ambos aufgehoben. Den Rest bildet noch das Jochbein, auf welchen sich stets der *Processus temporalis posterior*, wie bei den Hasen, Kaninchen augenscheinlicher, niedersenkt. Das Nähere hierüber später beim Gesichte.

§. 32. Hält man den allgemeinen Plan, nach welchen die Schläfengruben formirt sind, fest im Auge, so ist es nicht schwer die verschiedenen Ausbildungen derselben bei den übrigen beschuppten Amphibien zu verstehen und unterzubringen. Es kommt hiebei gar nicht in Betracht, wie viele gesonderte *Ossa marginalia* die Schläfenbrücke bilden; ob letztere vollständig, oder ob nur die vordere und hintere Begrenzung, der *Processus orbitalis* und *temporalis posterior*, in Verbindung mit anderen Knochen und unter sich besonders ausgeprägt sind, wie beim *Tejus teguixin*; ob die Vereinigung des *Processus orbitalis posterior* unmittelbar, oder wie beim Schädel des *Stellio spinipes* (siehe Hall. vergleichender Osteologie des Schläfenbeines etc. Tab. III. Fig. 15.) durch ein gesondertes Knochenstückchen mit der hinteren Abtheilung des Oberkiefers Statt hat; ob ferner der *Processus temporalis posterior* unmittelbar oder durch einen Zwischenknochen mit der *Pars petrosa* oder mit dem Quadratbein und dessen knöchernen Belege, dem Paukenbein, in Verbindung tritt, wie beim Krokodil, dem *Pterodactylus crass.*, der Seeschildkröte (siehe Hall. a. a. O. Taf. II. Fig. 8. 10. Fig. 11.); ob endlich die Randbildung für die Schläfengrube von dem äusseren Rande des Scheitelbeines, oder von dessen Mitte oder bei noch grösserer Schädelwölbung von dem inneren Rande desselben ausgehe, wie bei den Schildkröten. Alle diese genannten Verhältnisse sind für die genetische Bedeutung der Schläfengrube unwesentlich und hangen mehr oder weniger von individuellen Rücksichten ab, deren nähere Erörterung uns gegenwärtig nicht obliegt. Wir erwähnen nur noch, dass die obere Oeffnung der Schläfengrube bei den Krokodilen, wie beim *Tejus teguixin*

im erweiterten Maassstabe, nur von der unvollkommneren Verknöcherung der Schläfenbrücke im Vergleich zur *Lacerta agilis* herrührt, und dass bei den Landschildkröten die Schläfengrube zur Dienstleistung für die bedeutenden Nacken-Muskeln auch auf das Hinterhauptsbein sich fortsetzt. In letzterem Falle hört die sonst gewöhnliche Schlussbegrenzung durch Erzeugung eines Fortsatzes auf.

§. 33. Die verschiedenen Stücke der Schläfenbrücke bei den beschuppten Amphibien sind von den vergleichenden Anatomen verschiedentlich benannt und zur Ausführung der verschiedensten Hypothesen verwendet. Man hat die vorderen Stücke gewöhnlich zu den Stirnbeinen, die hinteren zu den Schläfenbeinen und zu dem Kiefergerüste hingezogen. Auf die Knochenstücke des letzteren kommen wir beim Gesichte zurück. In Bezug auf die ersteren bemerke ich, dass nach meinen Untersuchungen bei den beschuppten Amphibien nur zwei Stirnbeine und nirgend eine *Pars squamosa* und *mastoidea* des Schläfenbeines vorhanden sind. Existirte indessen von dem Zitzen- und Schuppen-Theil irgendwo bei den höheren, beschuppten Amphibien ein Analogon, so müsste es eine ganz andere Lage haben: es müsste, wie auch das Stirnbein, ein Schlussstück in dem Schädelwirbelbogen bilden. Eine Lostrennung der *Pars squamosa* und *mastoidea* aber von der Schädeldecke, heisst beide Theile aufheben. Der Benennung der einzelnen Stücke in der Schläfenbrücke müssen noch allgemeinere Untersuchungen vorangehen; unsere Sache ist es gegenwärtig nicht. —

§. 34. Indessen müssen wir hier noch auf eine merkwürdige Eigenschaft des Schädels der eigentlichen Eidechsen (Tab. III. Fig. 4.) zurückkommen: auf die mangelhafte Ossifikation des Schädelgewölbes. Wenn man nämlich die Gehirnkapsel der Eidechsen genauer untersucht, so findet man nur den dritten Schädelwirbel vollständig ossifizirt; der zweite hat nur die knöchernen Scheitelbeine und den knöchernen Körper, der erste nur die ossifizirten Stirnbeine. Die Seitentheile des ersten und zweiten Wirbels sind häutig-fasrig, der Körper des ersten ist mehr knorplig. Die *Pars petrosa* des Schläfenbeines der Säugethiere und Vögel liegt ossifizirt in der hinteren Gegend des zweiten Seitentheiles und grenzt an das Hinterhauptsbein und an den zweiten Wirbelkörper. Vor ihm liegt die sogenannte Columella Cuvier's der

Eidechsen, welche von dem Scheitelbeine in enger Verbindung mit den häutig-fasrigen, entsprechenden Seitentheilen auf das Flügelbein sich niederlässt. Nimmt man sie aus den Seitentheilen heraus, so entsteht eine Lücke in dem häutig-fasrigen Gewebe derselben. Bei älteren Individuen werden die zweiten Seitentheile theilweise ossifizirt und alsdann beobachtet man, dass die Columella von den knöchernen Massen eingeschlossen wird. Beim Chamäleon finden wir nur ein Analogon einer Columella, welches frei in dem fibrös-häutigen Seitentheile des Schädels gelegen, weder mit dem Scheitelbeine noch mit den *Os pterygoideum* in Verbindung steht. Hier sind auch die Schläfengruben bei der Vergrösserung der Augenhölen mehr nach hinten und oberhalb erweitert.

Es ist nun bei keinem anderen höheren Wirbelthiere eine so mangelhafte Ossifikation des Schädelgewölbes, bei keinem eine Columella vorhanden. Kein Wirbelthier hat aber auch eine so merkwürdig entwickelte Schläfengrube im Verhältniss zu einem kleinen Schädelgewölbe, wie das Eidechsengeschlecht. Man erschrickt in der That, wenn man die grosse Muskel-Partie in derselben gewahr wird. Die Schildkröten und Krokodile besitzen gleichfalls eine ziemlich ausgebildete *Fossa temporalis*, doch ist das Schädelgewölbe bei ihnen absolut grösser, die Ossifikation im Allgemeinen beträchtlicher, die Muskelmassen für den Unterkiefer in der Schläfengrube absolut kleiner. Ist es nun gleich nicht evident zu erweisen, so erscheint es mir doch höchst wahrscheinlich, dass die mangelhafte Ossifikation in den Seitentheilen des Eidechsenschädels mit der mächtigen Entwickelung der *Ossa marginalia* an den Stirn- und Scheitelbeinen in Verbindung stehe, und dass die Columella zur Verhinderung des Druckes der thätigen Muskeln auf das Gehirn in dem zweiten Seitentheile des Schädelgewölbes sich erzeugt hat, also ursprünglich ein Knochen in den Seitentheilen der Schädelhöle ist. Ausser den vorhin genannten Umständen sprechen für unsere Ansicht, dass bei einigen Echsen mit der geringeren Ausbildung der *Ossa marginalia* gleichzeitig eine stärkere Ossifikation des Schädelgewölbes eintritt, dass in eben demselben Maasse die Columella Cuvier's kleiner wird, und dass ihre lockere Verbindung mit dem Flügelbein vielmehr zur eignen Stütze als zu der des letzteren Knochens geeignet ist. Bei Chelonia sind die Seitenwände des Schädels vorn weniger

ossifizirt und stützen sich gleichfalls auf die Flügelbeine. Vergleicht man diese Seiten-Partieen des Schädelgewölbes mit der Columella Cuvier's, so wird man, von der Form absehend, die gleiche Lage und Funktion nicht verkennen können.

§. 35. So viel von den hauptsächlichsten Veränderungen des Schädelgewölbes. Kaum eine flüchtige Erwähnung verdienen die Einwirkungen, welche mehre Rumpf-Muskeln auf das Hinterhauptsbein und bei den Säugethieren auf die *Pars mastoidea* durch Erzeugung von Fortsätzen und Randerhebungen ausüben.

Indem wir nun vom Schädelgewölbe scheiden, wollen wir noch im Allgemeinen bemerken, dass das angebliche Fehlen irgend eines Stückes in den drei Schädel-Wirbelbogen, zu welchen doch mindestens zwei Seitentheile, ein oberes und unteres Schlussstück nöthig sind, der wesentlichen Bedeutung nach niemals angenommen werden kann. Mag auch ein Theil zuweilen weniger ossifizirt, oder weniger augenscheinlich geschieden sein, aber fehlen kann er dem Typus nach nirgend; es sei denn, dass man das Gehirn frei zu Tage liegen lassen will.

Kapitel IV.

Die Visceralhöle des Kopfes.

Typische Konformation.

§. 36. Die Visceralhöle des Kopfes entsteht, wie die des Rumpfes durch Anhäufung von Bildungsmasse in der von dem serösen Blatte präformirten unteren Röhre. Die dadurch erzeugte Visceralplatte des Kopfes, welche ich wegen ihrer Kleinheit den ursprünglichen Visceralstreifen nannte, liegt dann gleich unter den Rückenplatten und geht in die *Membrana reuniens inferior* über, welche zleichzeitig die Herzhöle bildet. Dies ist das ursprüngliche, bei allen Wirbelthieren gleiche Verhalten.

§. 37. Bei den höheren Wirbelthieren nun, wo die Augenrudimente noch wenig ausgebildet zu den Seiten der hochgewölbten Stirnwand sich befinden, erhält der ursprüngliche Visceralstreifen freieren Spielraum zu einer Entwickelung nach vorn, so dass er bis in die Gegend gelangt, wo die Ge-

sichts-Bildungstheile entstehen. Gleichzeitig beugt sich die vorderste Partie des Schädelgewölbes und mit ihm die anliegende, nach vorn erweiterte Bildungsmasse des ursprünglichen Visceralstreifens.

Kaum ist dieser Bildungsvorgang vollendet, so beginnt die Vereinigung der Visceralstreifen zur Formirung der unteren Röhre des Kopf-Wirbelsystems, der Kopf-Visceralhöle. Dieses geschieht nicht, wie am Rumpfe, durch das Fortwachsen der Visceralplatte in seiner ganzen Masse, sondern durch gesondert auftretende Visceralfortsätze, welche mit den respektiven der anderen Seite sich zu Visceralbogen verbinden. Es entwickeln sich drei Fortsätze hinter einander, so zwar, dass sie von vorn nach hinten allmählig hervortreten; also der dritte am spätesten. Sie sind durch Spalten, den sogenannten Visceralspalten, von einander getrennt. Der erste Visceralfortsatz hat seine Ursprungsstelle ungefähr an der hinteren Partie der für die grossen Hemisphären bestimmten Gehirnblase. Er bildet so, gerade nach unten hervorwachsend, mit dem nach vorn erweiterten und durch die Gesichtskopfbeuge niedergebeugten Theil des ursprünglichen Visceralstreifens die erste ganze Abtheilung desselben. Hat er sich mit dem der anderen Seite vereinigt, so erhalten wir einen ursprünglichen, ersten Visceralbogen in einer erweiterten Form, wie er allein den höheren Wirbelthieren eigenthümlich ist. Er beginnt dicht unter den Augenrudimenten, ziehet sich dann längs der Schädelbasis bis in die Gegend des Winkels der Gesichtskopfbeuge, und geht nun erst gerade herunter, um den eigentlichen Bogen zu formiren. Die Entwickelungsgeschichte der Frösche lehrt, dass die eigenthümliche Form des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere einzig und allein durch die Gesichtskopfbeuge hervorgerufen wird. Hinter ihm entwickelt sich, durch die erste Visceralspalte getrennt, der zweite Visceralfortsatz gleich gerade nach unten gehend, und vereinigt sich mit dem respektiven der anderen Seite zu dem zweiten Visceralbogen. Seine Ursprungsstelle entspricht bei den höheren Wirbelthieren immer dem darüberliegenden Ohrbläschen und der zweiten grösseren Gehirnblase. Etwas später bildet sich in gleicher Weise der dritte Visceralbogen, von dem zweiten durch die zweite Visceralspalte, von dem Rumpfe durch die dritte geschieden. Die Gegend seiner Befestigung an den Schädel entspricht der übrig gebliebenen Schädelpartie und der dritten und

letzten Gehirnblase. Die beiden letzten Visceralbogen geben uns das reinere Bild des unteren Wirbelbogens wieder.

So erhalten wir also eine Kopf-Visceralhöle der höheren Wirbelthiere, welche, ganz im allgemeinen Plane des Wirbelsystems formirt, aus drei Visceralbogen zusammengesetzt wird. Zwischen den Fortsätzen des ersten Visceralbogens befindet sich die jetzt in der senkrechten Axe des Embryo verlaufende Spalte des vorderen Einganges zur Visceralhöle, welche sich mit Hilfe der an der unteren Nasenhölenwand befindlichen Bildungsmassen allmählig in die horizontale Mundöffnung metamorphosirt.

Die drei Visceralbogen der höheren Wirbelthiere sind in der frühsten Zeit, vor der Chondrose und Ossifikation, die sicherste Andeutung von der Dreitheiligkeit des Kopfwirbelsystems. An der Schädelhöle sehen wir diese Sonderung wegen des Mangels irgend einer gelenkigen Verbindung der Wirbelkörper meist erst durch die Ossifikation entstehen. Mit den drei Wirbeln ganz in inniger Uebereinstimmung, sieht man die drei Hauptblasen des Gehirnes, an welche sich vorn noch, mit der Hemisphären-Blase in enger Gemeinschaft, die beiden Bläschen für den Geruchssinn anschliessen. Doch muss man sich hüten die Visceral- und Rippenbogen ganz in eine Kategorie zu stellen. Erst die späteren härteren Gebilde der ersteren sind am Kopfe das, was die letzteren am Rumpfe: also die Visceralbogen gleichen den zwar schon vereinigten, doch noch nicht in Hart- und Weichgebilde zerfallenen Visceralplatten des Rumpfes.

§. 38. In dem Fortgange der Entwickelung werden nun die zweite und dritte Visceralspalte bei den höheren Wirbelthieren vollkommen wieder verschlossen. Die erste dagegen verwächst nur in der Mitte ihrer Tiefe durch Erzeugung einer Bildungsmasse, welche für die mittlere Membran des Paukenfells bestimmt ist. Die ausserhalb von der letzteren gelegene Partie der ersten Visceralspalte metamorphosirt sich in den äusseren Gehörgang, und die sie umschliessenden Ränder bei den Säugethieren zum äusseren Ohre. Die nach innen sich öffnende Abtheilung der Spalte wird nach und nach in das *Cavum tympani* und die Eustachische Trompete verwandelt. Wir sehen auf diese Weise nachträglich eine eben so geschlossene Visceralhöle am Kopfe entstehen, wie sie am Rumpfe ursprünglich vorhanden ist. An der

inneren Fläche des unteren Schlussstückes dieser Visceralhöle entwickeln sich mehre Hügelchen, von welchen das vorderste, zwischen dem ersten und zweiten Visceralbogen gelegen, für die Zunge, das mittlere, auf der Vereinigungsfläche der beiden dritten Visceralfortsätze entstehende, bei den Säugethieren für den Kehldeckel, und die beiden kleinen hintersten, auf dem Uebergange der Visceralhöle des Kopfes zum Rumpfe befindlichen, für die *Cartilagines arytaenoideae* bestimmt sind.

§. 39. Jetzt beginnt die Sonderung der Bildungsmasse des Kopfwirbelsystems. Es erzeugen sich in den Visceralbogen knorpelartige Ablagerungen, welche den Verlauf derselben auch vollkommen beibehalten. In dieser Zeit gleichen die härteren Gebilde der Visceralbogen ausserordentlich ihrer allgemeinen Form nach den Rippen; doch sind jene in einem vorübergehenden Entwickelungszustande, diese stellen das individuellste Gepräge der härteren Gebilde der Rumpf-Visceralhöle dar.

Die Veränderungen.

§. 40. Diese knorpelartigen Visceralstreifen in den Visceralbogen scheiden sich nun in einzelne Abtheilungen und werden zum Bedarf für das Gesicht, das Ohr, und für die Zunge individuell entwickelt. Durch die Gesichtskopfbeuge fällt bei den höheren Wirbelthieren der ganze erste Kopfwirbel zum grössten Theile dem Gesichte im weiteren Sinne anheim. Sein Visceralbogen scheidet sich jederseits gewöhnlich in vier Stücke, von welchen zwei (Pauken- und Flügelbeine), in der oberen nach vorn erweiterten Partie desselben gelegen, mit der unteren Nasenhölenwand in Verbindung stehen. Die beiden anderen Theile befinden sich in der nach unten herabsteigenden Partie, und sind für das Quadratbein und den Meckelschen Knorpel bestimmt, welcher letztere mit dem der anderen Seite verwächst, und den unteren Schlussbogen formirt. Wir werden die Metamorphose des ersten Visceralbogens noch näher beim Gesichte anführen.

§. 41. Der zweite Visceralbogen wird bei den höheren Wirbelthieren in zwei Haupt-Abtheilungen zerfällt, von welchen die obere, dem Schädel zunächst liegende, zu dem wichtigsten Gehörknöchelchen verwendet wird. Es entwickelt sich aus ihr bei den Säugethieren der Steigbügel, bei den Vögeln und Amphibien die Columella.

Die untere Abtheilung wird gesammt dem ganzen dritten Visceralbogen zur Dienstleistung für die Zunge benutzt: es entsteht aus ihnen das Zungenbein. Seine Skelettheile zeigen mehr als alle übrigen der Kopfvisceralhöle auch im entwickelten Zustande eine analogische Bildung mit den Rippen. Eine doppelte Tendenz ist hiebei zu unterscheiden. Die Natur sucht einmal ein Gerüste zur Stütze für die Zunge und ihre Muskeln zu errichten, und so entsteht der Zungenbeinkörper; zweitens befestigt sie dieses Gerüste an die Kopfwirbelsäule, und so erhalten wir die Zungenbein-Suspensoria oder die Hörner des Zungenbeines.

Bei den Säugethieren bilden die zwei Mittelstücke aus dem dritten Visceralbogen, indem sie später inniger verwachsen, den Zungenbeinkörper; die übrige Partie der härteren Ablagerungen dieses Visceralbogens verkümmert bis auf die hinteren Hörner. Die unteren Abtheilungen aus dem zweiten Visceralbogen dagegen vereinigen sich in der Mitte nicht, sondern legen sich mit ihren unteren Enden nach hinten an den Zungenbeinkörper, befestigen sich an denselben, bilden die vorderen Hörner, und fungiren vorzugsweise als Zungenbein-Suspensoria. Die Verbindung derselben mit dem Schädel findet meist dort statt, wo die *Pars petrosa* des Schläfenbeines mit der *Pars mastoidea* oder der *Pars condyloidea* des Hinterhauptsbeines zusammenliegen. Dieses Zungenbein-Suspensorium theilt sich in den verschiedenen Ordnungen und Familien der Säugethiere verschieden ab, wird mehr oder weniger ossifizirt, und ist zuweilen stellweise nur ligamentös (*Ligamentum stylohyoideum*). Sein Zusammenhang mit dem Steigbügel ist am meisten noch beim Menschen markirt. Man sieht bei älteren menschlichen Fötus den *Processus styloideus*, das oberste Ende des Zungenbein-Suspensoriums, mit der *Eminentia pupillaris* in der Paukenhöle endigen, und durch den *Musculus stapedius* mit dem Ambos zusammenhangen. Bei Rinder- und Schweine-Fötus verschmilzt schon während der Chondrose diese obere Partie des Zungenbein-Suspensoriums mit der hinterliegenden Knorpelmasse, den grössten Theil des *Canalis Fallopii* an dieser Stelle bildend.

§. 42. Bei den Vögeln und beschuppten Amphibien wird der Zungenbeinkörper meist von einem e i n f a c h e n, mehr in die Länge gezogenen Stücke gebildet, welches seine Entstehung den zusammengewachsenen, ein-

fachen Mittelstücken des zweiten und dritten Visceralbogens verdankt. Er entwickelt zuweilen noch Fortsätze, wie bei den Schildkröten, am vorderen Ende, welche nicht mit den vorderen und hinteren Hörnern, die den Suspensorien zugehören, zusammen zu bringen sind.

Die eigentlichen Zungenbein-Suspensoria entstehen bei den Vögeln aus dem dritten Visceralbogen, während das vordere Horn meist nur als ein kleines rudimentäres Knorpelstückchen am Zungenbeinkörper zu finden ist. Die Befestigung des hinteren Hornes ist der uranfänglichen Lage des dritten Visceralbogens gemäss grösstentheils am dritten Schädelwirbel; bei einigen (Specht) findet eine Erweiterung desselben über das Schädelgewölbe nach den Stirnbeinen statt.

Bei den beschuppten Amphibien variiren die Zungenbein-Suspensoria ausserordentlich, und richten sich in ihrer Ausbildung nach der Beweglichkeit der Zunge. Bei den Schildkröten sind beide Hörner ziemlich gleichmässig entwickelt. Bei *Lacerta agilis* ist dies auch der Fall, jedoch ist das hintere Horn vorzugsweise an den Zungenbeinkörper angefügt.

An dem Zungenbeine dieser Eidechse sehe ich noch einen dritten Bogen befestigt. Er sitzt an dem hinteren Ende des Zungenbeinkörpers und steigt zu beiden Seiten, anfangs im knorpligen Zustande, nach oben herauf. In diesem Verlaufe macht er eine ziemlich starke Biegung nach hinten, wird dabei dünner, nimmt dann wieder an Volumen zu, wird knöchern und legt sich, unter den hinteren Enden der beiden eigentlichen Zungenbein-Hörner hinweggehend, an das Hinterhauptsbein dicht neben dem *Foramen magnum* an. Dieser zum Theil knorplige, zum Theil knöcherne Bogen assistirt dem Zungenbeine, jedoch ist er mit den eigentlichen Zungenbeinhörnern der Genese nach nicht in eine Kategorie zu stellen. Er weicht schon in seinem Verlaufe von ihnen ab. Ueberdiess kann er nicht aus einem Visceralbogen entstehen, da nur drei an der Zahl vorhanden sind (an dem Embryo der *Coluber natrix* sah ich gleichfalls nur drei), und der erste von ihnen in den Gesichtstheilen, der zweite und dritte in der Columella und dem eigentlichen Zungenbeine mit den beiden Hörnern, schon seine Skelettheile darlegt. Die Entwickelungsgeschichte muss noch über diesen accessorischen Bogen des

Zungenbeines der *Lacerta agilis* Aufschluss geben. Wahrscheinlich wird die erste Rippe des Rumpfes dazu verwendet sein. —

Kapitel V.

Das Gesicht.

Ueber die Bedeutung des Gesichtes im Allgemeinen.

§. 43. Das Gesicht im eigentlichen und engeren Sinne verdankt seine Entstehung einer sekundären Bildung der Urröhren des Wirbelsystems am Kopfe, welche jedoch ganz eigenthümlich neben den Extremitäten mit ihren Gürteln dasteht. Es erscheint gemäss seiner typischen Konformation als ein vorderer Verbindungstheil beider Röhren des Wirbelsystems, indem von dem oberen und unteren Bogen des ersten Kopfwirbels paarige Fortsätze (Nasenbeine, Oberkiefer) hervorwachsen, auf dem verlängerten, unteren Schlussstücke des oberen Bogens (Gesichtsbasis) sich vereinigen, und durch eine dritte paarige Bildungsmasse (oberer Zwischenkiefer) sich vervollständigen. Auf diese Weise ist das Gesicht besonders dem oberen Bogen des ersten Kopfwirbels vorgelagert, wird zum vordersten Theile des ganzen Organismus, und formirt das Antlitz des Thieres. Diesem entspricht auch seine eigentliche und wesentliche Funktion. Es bildet eine Lagerungsstätte für die Wirksamkeit des Geruchsinnes, welcher als hauptsächlichster Leiter der zur Erhaltung des Körpers nöthigen Stoffe dient.

§. 44. In dieser, seiner reinen Form werden wir das Gesicht nur bei einigen Fischen wiederfinden. Denn, indem die Bildungstheile des Gesichtes an besagter Stelle sich befinden, liegen sie zugleich vor und über dem vorderen Eingange zur Kopfvisceralhöle, welche sich in die Mundöffnung verwandeln soll. Hierdurch erhalten schon bei den meisten niederen Wirbelthieren die unmittelbar anstossenden Partieen des Gesichtes eine accidentelle Funktion: sie bilden die vorderste obere Wand der Mundhöle (Gaumendecke) und die obere Mundbegrenzung (oberer Kieferapparat). Ihnen entgegen tritt dann der erste Visceralbogen mit seinem Unterkieferapparate, und formirt die vorderste untere Mundhölenwand und die untere Mundbegrenzung. Die letzteren Theile werden auf diese Weise gewissermaassen zu dem Gesichte hinzu-

gezogen und gelangen theilweise gleichfalls in den Bereich des Antlitzes. Doch ist hierbei wohl zu berücksichtigen, dass die Kopf-Visceralröhre der niederen Wirbelthiere, wie die Schädelhöle mit dem Gesichte, in einer geraden, gleichmässigen Längenrichtung verläuft, dass sie so in ihrer ganzen Ausdehnung eine einfache Höle für den Kopf-Theil des vegetativen Systems bildet, welche nur zur Aufnahme von Nahrungsstoffen dient. Daher gehört auch der untere Kiefer-Apparat bei ihnen vielmehr der ganzen Kopf-Visceralhöle inniger an, und gelangt gleichsam nur mit seiner vorderen Kontour in den Antlitzkreis.

§. 45. Bei den höheren Wirbelthieren wird durch die Gesichtskopfbeuge der erste Schädelwirbel mit dem ursprünglichen Gesichte dem ersten Visceralbogen entgegengebeugt. Der ganze erste Kopfwirbel tritt somit gesammt dem Gesichte *sens. strict.* in den Bereich des Antlitzes, und bildet einen gemeinschaftlichen Gegensatz zu dem Mittel- und Hinterkopfe. Von der Schädelhöle kommt demgemäss das Auge, ja mit der grösseren Gesichtskopfbeuge bei den Säugethieren sogar theilweise das Ohr zu dem eigentlichen Gesichte hinzu. Von der Kopf-Visceralhöle bildet sich der erste Visceralbogen individueller aus (er entwickelt Gaumen- und Flügelbein) und formirt eine mehr gesonderte Höle, welche sich von der übrigen Partie der Kopf-Visceralröhre gewissermaassen scheidet, als Mundhöle dem Schlundkanale entgegentritt, und dann mit dem, die Geruchhölen konstituirenden, Gesichte in der innigsten Beziehung steht. Während die Schlundhöle mit den beiden letzten Schädelwirbeln dem Rumpf-Wirbelsystem sich unmittelbar anreiht, stellt sich der Mundkanal mit dem ersten Schädelwirbel und dem eigentlichen Gesichte dem ganzen übrigen Wirbelsystem entgegen, präsentirt sich als Antlitz des ganzen Körpers, und wird dann bei den höheren Wirbelthieren gemeinschaftlich unter dem Ausdruck „Gesicht“ zusammengefasst. Ist daher bei den niederen und einfachsten Wirbelthieren der Geruchsinn oder das Analogon desselben der wesentlichste Leiter bei dem Herbeischaffen der Nahrungsstoffe, so kommt bei den höheren stets schon das Auge, bei den Säugethieren sogar noch das Ohr hinzu. Das Gesicht gelangt so bei letzteren in seiner erweiterten Bedeutung zu dem Sitze der drei höheren Sinnesorgane, welche in Gemeinschaft mit der Mundhöle einem gemeinsamen Zwecke dienen.

Bei dem Menschen endlich unterliegt das Gesicht der hochgewölbten Stirne; nicht der Instinkt, der Gedanke richtet über Alles, was ihm zuträglich ist.

Die typische Konformation des Gesichtes der höheren Wirbelthiere.

§. 46. Um das Gesicht in seiner reineren ursprünglichen Bedeutung, als Verbindungstheil beider Röhren des Wirbelsystems, typisch zu konformiren, entwachsen der kappenförmig gewölbten Stirnwand die vorderen Stirn- oder Nasen-Fortsätze. Sie zeigen sich wie Appendices derselben dicht neben der Mittellinie. An ihrer äusseren Seite sah ich an dem Embryo einer *Coluber natrix* ein kleines Grübchen, welches die Andeutung des schon in der Entwickelung mächtiger vorgeschrittenen Geruchlabyrinthes war. Bei den Vögeln und Säugethieren habe ich dasselbe nie so früh bemerken können. Zwischen den Nasen-Fortsätzen und den Augen befindet sich jederseits ein freierer Theil der Stirnwand, welcher bei den Säugethieren ganz deutlich, bei den Vögeln und beschuppten Amphibien weniger augenscheinlich zu einem Fortsatze sich hervorbildet, und den seitlichen Stirn- oder Thränenbein-Fortsatz vorstellt. Er ist bei den höheren Wirbelthieren überall vorhanden, jedoch dient er nicht wesentlich zur Realisirung der Idee einer Verbindung beider Wirbelröhren. Er fehlt evident bei den Fröschen, wahrscheinlich auch bei den Fischen, und kann daher nur als eine wichtigere, supplementäre Bildungsmasse des Gesichtes angesehen werden.

Die zum Verbindungstheile wesentlichen, zweiten Bildungsmassen sind die Oberkiefer-Fortsätze. Sie nehmen ihren Ursprung von der dem Schädel unmittelbar anliegenden, oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens, so zwar, dass sie nach hinten auf der Uebergangsstelle des Bogens zu den Visceralfortsätzen, also von der Quadratbein-Gegend beginnen, sich längs der vorderen oberen Partie (Flügelbein, Gaumenbein) hinziehen und dann an der äusseren Seite der Thränenbein-Fortsätze sichtbar werden.

Beide paarigen Bildungsfortsätze des Gesichtes, die Nasenfortsätze von der oberen, die Oberkieferfortsätze von der unteren Wirbelröhre, vereinigen sich nun auf der unmittelbaren Verlängerung des ersten Wirbelkörpers, auf der Gesichtsbasis. Von dieser letzteren hauptsächlich entwickeln sich noch die Bildungsmassen der oberen Zwischenkiefer, setzen sich zur Vervollständigung

des ursprünglichen Gesichtes mit den Nasen- und Oberkiefer-Fortsätzen in Verbindung und gelangen wohl auch zu dem vordersten Ende des ersten Visceralbogens (Gaumenbein), wenn dasselbe sich gleichzeitig mit dem vordersten Schädel-Wirbelkörper weiter als gewöhnlich nach vorn ausdehnt (Vögel, Eidechsen).

Auf diese Weise wird zunächst die ursprüngliche Tendenz des Gesichtes, die Nasenhöle zu konstituiren, realisirt. Die Gesichtsbasis scheidet sie in zwei Theile; die Nasenfortsätze bilden die obere Decke, die Oberkiefer-Fortsätze liegen zur Seite, und zwischen beide drängen sich die Fortsätze für die Thränenbeinchen. Die äusseren Nasenöffnungen, den beiden Abtheilungen der Nasenhölen entsprechend, werden zuerst von der Gesichtsbasis und den genannten Bildungsfortsätzen formirt. Dann tritt die Bildungsmasse der oberen Zwischenkiefer hinzu und übernimmt die vordere Schluss-Bildung der Nasenhöle und ihrer äusseren Oeffnungen. An der unteren Wand der Nasenhöle befinden sich demgemäss in der Mitte die Gesichtsbasis, zu den Seiten die vordere Partie der Oberkiefer-Fortsätze, nach vorn die Bildungsmassen der oberen Zwischenkiefer, und hinten stossen die vorderen Abtheilungen des ersten Visceralbogens daran. Zwischen den letzteren, den Oberkiefer- und Zwischenkiefer-Fortsätzen und der Bildungsmasse der Gesichtsbasis zeigen sich ursprünglich die hinteren Oeffnungen der Nasenhölen. Die hintere Wand der Höle für die Wirksamkeit des Geruchsinnes wird durch die Uebergangsstelle der Stirnwand zu den ersten Seitentheilen des Schädelgewölbes dicht neben dem ersten Wirbelkörper gebildet, wo wir bei den Schlangen sehr frühe schon, bei den übrigen Wirbelthieren später, das Grübchen des Geruchlabyrinthes vorfinden. Bei der weiteren Entwickelung tritt das Geruchlabyrinth mehr und mehr in die Nasenhölen hinein, und errichtet sich bei den höheren Wirbelthieren meist ein knöchernes Gerüste (*os ethmoideum*) zur unmittelbaren Unterstützung für die Ausbreitung seiner Riechhaut, woran öfters noch der Oberkiefer durch Hervorbildung einer Muschel (*concha infima*) Antheil nimmt.

In den das Gesicht im engeren Sinne konstituirenden Bildungsmassen, sondern sich die bekannten härteren Gebilde ab: die Nasen-, die Oberkiefer-, die Zwischenkiefer-Beine, die Thränenbeinchen und die Gesichtsbasis. Wäh-

rend letztere eine deutliche Chondrose durchmacht, werden die übrigen, ohne einen durchscheinenden Knorpel zu bilden, ossifizirt.

§. 47. Durch die Gesichts-Kopfbeuge wird nun der gesammte erste Kopfwirbel zu dem Gesichte (*sensu strictiore*) in ein engeres Verhältniss gebracht; beide treten, das Antlitz der höheren Wirbelthiere formirend und ein Gesicht im erweiterten Sinne bildend, dem Mittel- und Hinter-Kopf, und somit dem ganzen Wirbelsystem entgegen. Der Schädelbogen des ersten Wirbels ist zwar durch die Beugung von den beiden anderen geschieden, doch bleibt er wegen der innigen Gemeinschaft der in dem Schädelgewölbe liegenden Gehirn-Abtheilungen mit den übrigen Wirbelbogen in engerer Verbindung; er giebt gleichsam nur das Auge dem Gesichte hin und bildet mit seinen Stirnbeinen die oberste Partie des Antlitzes. Wir haben ihn daher passender bei der Schädelhöle besprochen.

Der untere Bogen des ersten Kopfwirbels oder der erste Visceralbogen ist nun in seinem ganzen Verlaufe, wie wir ihn früher beschrieben, dazu bestimmt eine von der übrigen Kopfvisceralröhre mehr gesonderte Höle zu formiren, welche mit den Geruchhölen in die engste Beziehung tritt: er bildet mit der unteren Wand der Nasenhöle eine Mundhöle im Gegensatz zum Schlundkanale. Die Seitenränder der unteren Nasenhölenwand, gebildet von den oberen Kiefern und Zwischenkiefern, metamorphosiren sich in die obere Mundbegrenzung, die an der äusseren Fläche der unteren Abtheilung des ersten Visceralbogens (Visceralfortsätze) entstehenden unteren Kiefer und Zwischenkiefer in die untere. Die härteren Gebilde des eigentlichen ersten Visceralbogens scheiden sich jederseits in vier Theile. Zwei derselben liegen an der Basis des ersten Kopfwirbels in der nach vorn gegen die Nasenhöle erweiterten Partie, und sind für das Gaumen- und Flügelbein bestimmt. Beide befinden sich demnach zwischen der Basis des ersten Schädelwirbels und dem Oberkiefer; das Gaumenbein tritt vorn dicht an die untere Nasenhölenwand, das Flügelbein bleibt in Verbindung mit der gerade hinuntersteigenden Partie des ersten Visceralbogens. Also die Basis des ersten Schädelwirbels, die daneben liegenden Flügel- und Gaumenbeine, noch mehr nach aussen der hintere Theil der beiden Oberkiefer, insgesammt mit der unmittelbar vorn sich anschliessenden unteren Nasenhölenwand formiren bei den

höheren Wirbelthieren einen vorderen, mehr abgesonderten Theil der oberen Wand der Kopf-Visceralhöle, eine obere Decke für die Mundhöle d. h. Gaumendecke. Ihr entgegen tritt nun die untere Mundhölen-Wand, welche zum Theil von der zwischen dem ersten und zweiten Visceralbogen sich entwikkelnden Zunge und besonders von der gerade herabsteigenden Partie des ersten Visceralbogens gebildet wird. Die härteren Gebilde des letzteren scheiden sich zu dem Ende in zwei Theile, von welchen der obere mit dem Flügelbein zusammenhangt, an dem Schädel anliegt, für das Quadratbein bestimmt ist, und den unteren und zweiten Theil, an das Schädelgewölbe befestigend, vermittelst eines Gelenkes trägt. Der untere Theil dagegen bildet vorzugsweise die untere Mundhölen-Wand und ist der Meckelsche Knorpel. Beide Theile erzeugen Aussengebilde, das Paukenbein und den unteren Kiefer-Apparat, welche am Kopfe, wie die ähnlichen Gebilde an der Brust und am Becken, einen Gürtelbogen formiren. Das Paukenbein unterstützt das Quadratbein in seinen Funktionen, und gelangt durch seine Lage besonders zum Tragen des Paukenfells. Der Unterkiefer-Apparat übernimmt bei der Individualisation des Thieres allmählig ganz die Stelle der Meckelschen Knorpel, von welchen sich stets nur die Gelenkstücke desselben, als Residua, erhalten.

Erwägen wir die Verhältnisse, welche zunächst diese innigere Gemeinschaft des Gesichts (*sensu strictiore*) mit dem ersten Visceralbogen unterstützen, so finden wir sie in der den höheren Wirbelthieren eigenthümlichen Erweiterung des ersten Visceralbogens (Gaumenbein, Flügelbein) nach oben und vorn gegen das eigentliche Gesicht hin. Also die Gaumen- und Flügelbeine sind die Vermittelungsglieder, durch welche die untere Wand der Nasenhöle mit der gerade verlaufenden Partie des ersten Visceralbogens (Quadratbein, Meckelscher Knorpel etc.) inniger vereinigt, eine gewissermaassen gesonderte, vordere Abtheilung der Kopf-Visceralhöle d. h. die Mundhöle bilden konnte. Die genannten Theile aber sind es auch, welche eben der Gesichtskopfbeuge oder noch weiter zurück der Individualisirung der Geruchblasen des Gehirnes ihre eigenthümliche Entstehung verdanken.

Allgemeine Bestimmung der Gesichtsknochen ihrer Lage und Funktion nach.

§. 48. Wir folgen in der Bestimmung ganz der ursprünglich typischen Konformation.

Das Nasenbein kommt seiner Bildungsmasse gemäss von dem Stirnbeine dicht neben der Mittellinie, und berührt mit seinem inneren Rande in der ganzen Ausdehnung das der anderen Seite. Mit seinem äusseren Rande grenzt es zunächst an das Thränenbeinchen, stösst dann an das heraufstrebende Oberkieferbein und erreicht endlich nach vorn den aufsteigenden Ast des oberen Zwischenkiefers. Es fungirt stets als hinterster, oberer Deckknochen der Nasenhöle. Man bemerkt im Allgemeinen, dass die Nasenbeine auf der einen Seite, und die oberen Zwischenkiefer und Thränenbeinchen auf der anderen, in ihrer Ausdehnung sich gegenseitig beschränken und dadurch in den Begrenzungen Modifikationen hervorrufen.

Das Oberkieferbein beginnt seiner ursprünglichen typischen Konformation nach am Quadratbein und dessen *Os tympanicum*, zieht sich zur Seite des ersten Schädelwirbels neben dem Flügel- und Gaumenbein zu dem Gesichte im engeren Sinne hin, begrenzt daselbst zuerst das Thränenbeinchen, stösst an das *Os nasale* und erreicht endlich den oberen Zwischenkiefer. Wegen seines ausgedehnten Verlaufes, besonders aber wegen seiner doppelten Funktion scheidet sich das Oberkieferbein in zwei knöcherne Abtheilungen, welche bei den Vögeln, als aus einem knorpelartigen Bildungsstreifen entstehend, beobachtet werden können.

Die vordere Abtheilung ist eigends für das Gesicht im engeren Sinne bestimmt, bildet mit seinem aufsteigenden Theil die Seitenwand der Nasenhöle, kommt daselbst mit den übrigen Knochen derselben in Berührung und trägt die Zähne für die Mundhöle. Mit dem horizontalen Theile hilft sie die untere Nasenhölen- oder obere Mundhölen-Wand formiren, und tritt hier wiederum nach den vorhandenen Umständen mit deren Bestandtheilen in Verbindung. Sie ist das bisher eigentlich genannte *Os maxillare superius*. Die hintere Abtheilung bildet die hinterste Partie des oberen Mundhölen-Randes, mit dem Gaumen- und Flügelbein (Eidechsen, Schlangen) daselbst zuweilen in Verbindung stehend, und schützt gleichzeitig, indem sie sich an den Seiten des Schädels befindet, die Augen- und Schläfengrube von aussen. Bei dieser letzteren Funktion verbindet sie sich bald durch einen Fortsatz (Krokodil), bald durch ein gesondertes Knochenstückchen (*Pterodactylus crassirostris*) vorn mit den Thränenbeinchen, in der Mitte bei dem meisten höheren

Wirbelthieren mit dem *Processus orbitalis posterior* oder mit den *Ossa marginalia* der Augen- und Schläfengrube. Wo diese letztere mit der grösseren Wölbung des Schädels mehr nach vorn zu liegen kommt, gelangt auch der *Processus temporalis* zu einer Verbindung mit der hinteren Abtheilung des Oberkiefers (Säugethiere). Es entsteht dadurch der Jochbogen.

Diese hintere, mehr gesonderte Abtheilung des Oberkieferbeines wird nicht immer vollständig ossifizirt. Nur bei den Vögeln, bei einigen Schildkröten (*Trionyx aegyptiaca*, Seeschildkröte etc.), bei den Krokodilen, bei dem *Pterodactylus crassirostris Goldf.* ist sie bis zu dem Quadratbein und seinem Beleg-Knochen hin vollkommen knöchern; ja sie verbindet sich auch wohl hier durch ein gesondertes Knochenstückchen (das Quadratjochbein bei den Vögeln) mit dem Quadratbein. Bei den Schlangen dagegen, wo das Prinzip der Beweglichkeit vorherrscht, ist sie in ihrer ganzen Ausdehnung nur fibrös vorhanden (Sieh. Fig. 1. 2. Tab. III.), bei den Eidechsen (Tab. III. Fig. 3. 4.) zur Hälfte knöchern und nur die Verbindung mit dem Quadratbein fibrös. Bei den Säugethieren ist diese letztere fibröse Verbindung durch die Verwendung des Quadratbeines zum Gehörknöchelchen (Ambos) verschwunden; die vordere Partie dagegen ist auch hier als Knochen zu finden (*os zygomaticum*).

Man hat in der vergleichenden Anatomie die hintere Abtheilung des Oberkiefers von der vorderen getrennt und mit besonderer Rücksicht auf die Säugethiere „Jochbein, Quadratjochbein etc." genannt. Bei denjenigen Wirbelthieren, wo sie vollständig verknöchert ist, namentlich bei den Vögeln, scheint eine unbefangene Betrachtung der, zwischen dem Quadratbein und dem oberen Zwischenkiefer gelegenen, Knochenstücke dieser Sonderung schon zu widersprechen. Die Genesis stimmt aber damit garnicht überein. Ueberdiess ist die Benennung sehr einseitig und Trennungen von ursprünglich zusammengehörenden Theilen schaden einer Wissenschaft stets; an unserem Gegenstande hat sich dieses zu reichlich bewährt. Ich möchte daher wohl behaupten, dass es rathsamer und für die typische Kopfbildung viel vortheilhafter wäre, wenn man alle die so sehr verwirrenden Namen der hinteren Abtheilung des Oberkiefers unter einer „*Pars posterior*" im Gegensatz zu der vorderen Abtheilung „*Pars anterior*" (bisheriges eigentliches Oberkieferbein),

untergehen liesse. Auch bei den niederen Wirbelthieren ist diese Vereinfachung für die bessere Einsicht weit zuträglicher.

Die Thränenbeinchen. Sie liegen an der inneren Seite des Auges mit den Stirnbeinen in Verbindung. Seitlich grenzen sie nach innen an die Nasenbeine, nach aussen an die vordere Abtheilung der Oberkiefer. Bei denjenigen Thieren, wo der obere Zwischenkiefer mächtig entwickelt ist (Vögel, Nagethiere), die Nasenbeine aber und öfters auch die Oberkiefer sich weniger nach vorn ausdehnen, kommt das Thränenbeinchen an seinem vorderen Ende mit dem oberen Zwischenkiefer in innigere Gemeinschaft, während es sonst gewöhnlich vom Nasenbeine und Oberkiefer auch vorn umgrenzt wird. Es kann gemäss seiner genetischen Lage zur Seite der Stirnwand noch unten mit dem Gaumenbeine in Berührung kommen. Auffallend ist dieses beim Krokodil.

Die Thränenbeinchen formiren in der Nasenhölen-Decke den Uebergang von den Nasenbeinen zu den Oberkiefern; bei den beschuppten Amphibien bilden sie vorzugsweise die Scheidewand der Geruch- und Nasenhölen.

Der obere Zwischenkiefer formirt den vorderen Schluss der ganzen Nasenhöle und somit auch der oberen Wand der Mundhöle. Er stützt sich zunächst auf die Gesichtsbasis. Der aufsteigende Theil stösst an das Nasenbein, zuweilen auch an das Thränenbeinchen, der horizontale an den Oberkiefer und öfters auch an das Gaumenbein (Eidechsen, Vögel).

Die Gesichtsbasis trennt die Nasenhöle in zwei Theile, dient zur Stütze der Gesichts-Bestandtheile im engeren Sinne und bildet den vorderen mittleren Theil der oberen Mundhölen-Wand. Wo sie vom ersten Wirbelkörper abgeht, trägt sie oben die Nasenbeine; unten stossen daran die Gaumenbeine. Dann kommen die Oberkiefer hinzu, und vorn befinden sich vor ihr die oberen Zwischenkiefer. Als Nasen-Scheidewand trennt sie gleichzeitig die *Ossa ethmoidalia.*

§. 49. Das Gaumenbein befindet sich ganz vorn an der äusseren Seite des ersten Wirbelkörpers der Schädelhöle. Wo dieser letztere weniger ausgebildet, und dafür die Gesichtsbasis stark erweitert ist, erleidet auch die ganze vordere, obere Partie des ersten Visceralbogens eine eigenthümliche Verlängerung (Vögel, Echsen); das Gaumenbein liegt vorzugsweise vielmehr

zur äusseren Seite der Gesichtsbasis als am ersten Wirbelkörper, und vorn begrenzen dasselbe die oberen Zwischenkiefer. Dieses letztere Zusammenstossen wird sonst durch naheliegende Knochen (Oberkiefer, *Os ethmoideum*) öfters verhindert. An der äusseren Seite des Gaumenbeines sehen wir immer die mittlere Gegend des Oberkiefers, bald mehr, bald weniger in unmittelbarer Berührung. Nach hinten folgt auf ihm

Das Flügelbein. Es liegt zur äusseren Seite der hinteren Partie des ersten Wirbelkörpers und wird nach aussen von der hinteren Abtheilung des Oberkiefers begrenzt. Es macht überall mit Ausnahme der Säugethiere, wo die Entwickelung eines Amboses erforderlich ist, nach hinten den Uebergang zum Quadratbein. Dadurch wird das Flügelbein gewöhnlich mehr nach hinten verlängert, als seine ursprüngliche Lage ist.

Das Gaumen- und Flügelbein formirt mit der Basis des ersten Schädelwirbels und des Gesichts gemeinschaftlich den hinteren Theil der oberen Mundhölenwand. Sie sind diejenigen Knochen, durch welche die innige Beziehung der Nasen- und Mundhöle vermittelt, und letztere als ein mehr selbstständig gewordener Theil der Kopf-Visceralhöle von dem hinterliegenden Schlundkanal getrennt wird. Das Gaumenbein gelangt bei seiner Erweiterung nach vorn auch zur unmittelbaren Stütze der unteren Nasenhölen-Wand.

Das Quadratbein. Die Bildungsmasse desselben haben wir in der oberen Abtheilung der unmittelbar herunter gehenden Partie des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere, welche auch den niederen zukommt. Es ist demgemäss an das hintere Ende des ersten Schädelwirbels gelagert. Seine hauptsächlichste Funktion besteht in der Gelenkbildung für die untere Abtheilung des ersten Visceralbogens mit dessen Aussengebilden (Meckelschen Knorpel, Unterkiefer-Apparat), und in der mittelbaren Befestigung derselben an den Schädel. Um die letztere Tendenz ins Werk zu setzen, erweitert es sich gewöhnlich nach hinten, gelangt meistentheils zur äusseren Fläche des zweiten Seitentheiles der Schädelhöle und stützt sich dann an die *Pars petrosa* des Schläfenbeines. Dadurch erhält es öfters die Funktion das Paukenfell zu tragen (Vögel). Es steht nach vorn und oben mit dem Flügelbein, nach unten mit dem Meckelschen Knorpel in Verbindung. Auch hangt bald knöchern, bald blos fibrös die hintere Abtheilung des Oberkiefers mit ihm zusammen.

Der Meckelsche Knorpel bildet sich aus der unteren Abtheilung des ersten Visceral-Bogens, welche ursprünglich die untere Begrenzung und die untere Wand der Mundhöle formirt. Der Meckelsche Knorpel übernimmt jedoch im ausgebildeten Thiere nur einen kleinen Theil dieser Funktion. Während seine Aussengebilde, der untere Kiefer und Zwischenkiefer, sich vollständiger zu diesem Behufe entwickeln, bleibt er selbst stets nur das Gelenkstück für dieselben.

Bei den Säugethieren erhalten das Quadratbein und der Meckelsche Knorpel eine andere Tendenz: sie werden beide zur Disposition des Gehörorgans entwickelt. Letzteres wird dadurch bei diesen Thieren theilweise in den Bereich des Antlitzes und des Gesichtes im weiteren Sinne gezogen. Die knorpelartige Partie des ersten Visceralbogens der Säugethiere, welche dem Quadratbein der anderen höheren Wirbelthiere entspricht, erzeugt zuerst den Fortsatz (*Processus longus incudis*) zur Verbindung mit dem Steigbügel und dann einen zweiten (*Processus brevis incudis*) zur eignen Stütze. Der Kern dieser Partie selbst bleibt für den Körper des Amboses, giebt die Verbindung mit dem Flügelbein allmählig auf und trägt gelenkig den Meckelschen Knorpel (Hammer), ganz wie das Quadratbein der übrigen Thiere. Der Meckelsche Knorpel entwickelt an seiner oberen Extremität einen langen Fortsatz, welcher zur Spannung des Paukenfells dient, das *Manubrium mallei.* Alles Uebrige des Meckelschen Knorpels verkümmert vollständig bis auf die oberste kleine Partie, welche den Kopf des Hammers vorstellt, und mit dem Ambos gelenkig in Verbindung steht. Zuweilen erhält sich noch ein anstossender Theil des Meckelschen Knorpels, und bildet verknöchert und in kontinuirlicher Vereinigung mit dem Kopf des Hammers den *Processus Folianus* desselben.

§. 50. Nach der Analogie des Brust- und Beckengürtels entwickeln sich nun an der äusseren Fläche des Quadratbein- (Ambos) und Meckelschen Knorpels Aussengebilde: das Paukenbein und der untere Kiefer und Zwischenkiefer. Der von den genannten Knochen gebildete Kopfgürtel ist jedoch nicht immer vollständig, namentlich fehlt öfters das Paukenbein. Ihre Funktion richtet sich im Allgemeinen nach der ihrer Grundlagen.

Das Paukenbein befindet sich an der äusseren Fläche des Quadratbeines und bei den Säugethieren an der des Amboses. Es gelangt mit den letzteren Knochen gleichfalls zur äusseren Fläche der *Pars petrosa*, und erhält dadurch namentlich die Funktion, das Paukenfell zu stützen. Ausserdem hilft es vermöge seiner Lage das Quadratbein an den Schädel befestigen.

Ueberhaupt beobachtet man, dass sowohl in der Funktion als in der grösseren Entwickelung des Paukenbeines und des Quadratbeines ein gegenseitiges Ergänzen stattfindet. Bei den Säugethieren haben wir einen Ambos und das Paukenbein dient allein dem Paukenfelle. Bei den Vögeln ist das Quadratbein ausserordentlich entwickelt, trägt das Paukenfell, befestigt sich selbst zur Genüge an den Schädel, und ich habe auch bei ihnen nirgend ein Paukenbein auffinden können. Bei den Schildkröten kann man grösstentheils beide Knochen in gleicher Entwickelung neben einander erkennen. Das Paukenbein stützt das Paukenfell und befestigt gleichzeitig auch das Quadratbein. Dasselbe ist, wie ich glaube, auch bei den Echsen der Fall. Bei den Schlangen scheint mir in dem bisherigen *Os mastoideum* das Analogon des *Os tympanicum* zu liegen, welches hier nur die lockere Befestigung des Quadratbeines an den Schädel beibehalten hat; wenigstens kann dieser Knochen niemals ein wirkliches *Os mastoideum* vorstellen. Das Paukenbein unterhält auch sehr oft statt des Quadratbeines die Verbindung mit der hinteren Abtheilung des Oberkiefers. (Schildkröten).

Noch muss ich bemerken, dass das Paukenbein nicht nothwendig aus einem einzigen Knochenstück bestehen darf; denn beim Triton sieht man aus einem einzigen Bildungsstreifen zwei Knochenstückchen sich entwickeln. Auch richtet sich seine Lage an dem Quadratbein nach der jedesmaligen Funktion. Befestigt es das Quadratbein an den Schädel, so entwickelt es sich vorzugsweise oberhalb; unterstützt es das Gelenk mit dem Meckelschen Knorpel und dem Unterkiefer, dann dehnt es sich mehr nach unten aus.

Der untere Kiefer und Zwischenkiefer sind knöcherne Belege des Meckelschen Knorpels, welche im entwickelten Thiere die Hauptstütze der unteren Mundhölen-Wand bilden. Ihre hauptsächlichste Funktion hierbei besteht in der Formirung eines kräftig gegen die obere Mundhölen-Wand wirkenden Knochens, welcher mit dem fester gelagerten oberen Kiefer-Ap-

parat zum Ergreifen der Nahrung dient. Die Beweglichkeit erlangt der untere Kiefer-Apparat durch die Meckelschen Knorpel, welche als Residua im entwickelten Thiere die eigentlichen Gelenkstücke (man denke sich hier stets die äusseren Knochenbelege weg) bilden. Nur bei den Säugethieren wird gleichsam dieses Gelenkstück des Meckelschen Knorpels mit dem Quadratbein zum Hammer und Ambos umgewandelt. Hier muss der Unterkiefer eine andere gelenkige Verbindung suchen, und der *Processus temporalis posterior* (*Apophysis articulari-zygomatica Müll.*) kommt ihm dabei zu Hilfe.

Die Bildungsmassen des unteren Kiefers und Zwischenkiefers sind zu jeder Seite einfach vorhanden; die Ossifikation geschieht oft in mehren Stücken. Bei den Säugethieren hat man noch nicht einen gesonderten unteren Zwischenkiefer während der Verknöcherung unterschieden. Dennoch kann man der Bildungsgeschichte gemäss stets vermuthen, dass dieselben auch bei ihnen vorhanden sind.

§. 51. Ausser den genannten Knochen müssen bei den höheren Wirbelthieren zu dem Gesichte im weiteren Sinne noch der obere Bogen des ersten Kopfwirbels gerechnet werden. Wir haben denselben jedoch wegen seiner unmittelbaren Funktion, das Gehirn vorn zu schützen, bei der Schädelhöle genügend erörtert.

Die Variationen in der Gesichtsformation der höheren Wirbelthiere.

§. 52. Wir haben das Gesicht im engeren Sinne bei den höheren Wirbelthieren als durch den ersten Kopfwirbel eigenthümlich erweitert dargestellt. Es tritt mit dem Geruchsinn, welcher für die niederen Wirbelthiere der hauptsächlichste Leiter ihrer Nahrungsstoffe ist, hier noch das Auge, ja das Ohr in den Bereich des Antlitzes, und unterstützen wesentlich die genannte Funktion des Geruchsinnes. Mit dieser Sinnen-Sphäre setzt sich nun die, als Mundhöle mehr gesonderte, vordere Partie der Kopf-Visceralhöle in die engste Beziehung, wird gleichfalls zum Antlitze hinzugezogen, und in ihr, was die Sinne bestimmen, für die Verdauung gewissermaassen geeignet gemacht. Es ist jetzt unsere Aufgabe die Art und Weise im Allgemeinen darzulegen, wie die beiden genannten Tendenzen harmonirend in den einzelnen Klassen verschieden in Wirksamkeit treten, und dadurch die Variationen der Gesichts-Formation zunächst bedingen.

Die Schlangen. (Tab. III. Fig. 1. 2.)

§. 53. Gemäss der geringen Gesichts-Kopfbeuge und der Annäherung der Schlangen an die niederen Wirbelthiere behält auch in der Sinnensphäre des erweiterten Gesichtes der Geruchsinn noch immer die Oberhand; das Auge ist noch sehr nach hinten gelagert. Bei keinem höheren Wirbelthier sind auch die Grübchen der Geruchlabyrinthe an der Stirnwand früher markirt als bei den Schlangen. Mit dieser vorherrschenden Ausbildung der Geruchlabyrinthe verbindet sich gleichzeitig die eigenthümliche Art und Weise in der Formation der Mundhöle, welche die Nahrungsstoffe mittelst Schling-Bewegungen aufnimmt. Es nähert sich so die Funktion der Mundhöle der des hinterliegenden Schlundkanals, und die Isolirung des erweiterten Gesichtes ist wie am Schädel in der Sinnensphäre (Auge), so auch in der Kopf-Visceralhöle weniger ausgeprägt; sie ist mit der kleinsten Gesichtskopfbeuge auch die geringste. — Die zum Schlingen nothwendige Beweglichkeit der Gesichtsknochen und die gleichzeitige Sicherstellung der Geruchlabyrinthe werden demnach das Charakteristische des Schlangen-Gesichts ausmachen.

§. 54. Die Beweglichkeit zeigt sich zunächst in den bei der Nahrungsaufnahme unmittelbar betheiligten Knochen: bei dem unteren und oberen Kiefer-Apparat sammt dem Gaumen- und Flügelbein. Der untere Zwischenkiefer ist gewöhnlich gar nicht ossifizirt anzutreffen. Der untere Kiefer ist nicht durch das Quadratbein unmittelbar, sondern noch durch einen zweiten Knochen, das unrichtig so genannte *Os mastoideum*, an den Schädel ligamentös befestigt. Wir glauben, dass dieses sogenannte *Os mastoideum* ein eigenthümlich ausgebildetes Paukenbein darstellt, welches hier nur die Funktion, das Quadratbein an den Schädel zu befestigen, beibehalten hat. Ein Paukenfell fehlt bei den Schlangen. Der obere Zwischenkiefer existirt nur rudimentär, und seine Verbindungen sind nur ligamentös vorhanden. Zu den am freiesten dastehenden Knochen gehören die oberen Kiefer. Ihre hintere Abtheilungen sind fibrös und die vorderen nur in so weit ossifizirt, als sie für die Mundhöle bestimmt sind. Ein verknöcherter, aufsteigender Theil, welcher die Seitenwand der Nasenhöle begrenzt, findet sich nicht. Bei der gemeinschaftlichen Funktion des oberen Kiefers des Gaumen- und auch des Flügelbeines, wird auch letzteres mit dem ersteren durch einen eignen Knochen, das

Os transversum, verbunden, damit auf diese Weise, bei dem Druck von oben auf die Beute, die genannten drei Knochen nicht einer zu regellosen Verschiebung unterliegen. Das Gaumenbein trägt Nichts zur Nasenhölenbildung bei, sondern wird, mit Zähnen ausgerüstet, allein für die Mundhöle verwendet. Es stützt sich, natürlich nur ligamentös, mit einem nach innen gehenden Fortsatze dort, wo Thränen- und Stirnbeine unten an der knorpligen Gesichtsbasis zusammenstossen. Merkwürdig ist die starke Erweiterung der Flügelbeine gemäss den unteren Kiefern und den Quadratbeinen nach hinten, welche jedoch in der gemeinschaftlichen Tendenz des Mund- und Schlundkanals ihre Erklärung findet.

§. 55. Auch diejenigen Knochen des Gesichtes, welche mit der Mundhöle in keiner unmittelbaren Berührung stehen, lassen sich in ihrer Ausbildung und Zusammenfügung von der allgemeinen Tendenz zur Beweglichkeit leiten. Schon die Stirnbeine mit den entsprechenden Seitentheilen liegen etwas beweglich an den Scheitelbeinen und den zweiten Seitentheilen. Desgleichen die Thränenbeine, welche bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt sind, die Augenhölen vorn von den Geruchhölen trennen, und für die letzteren als einzige knöcherne Seitenwand bestimmt sind. Am beweglichsten sind die Nasenbeine, von deren innerem Rande ein perpendikulärer Theil nach unten herabsteigt, und meist statt der Gesichtsbasis die Scheidewand der beiden Nasenkanäle bildet. Im Einklange mit diesem lockeren Aneinanderliegen der Stirnbeine sammt den ersten Seitentheilen der Schädelhöle, der Nasen-, oberen Kiefer- und Thränenbeine ist auch die sonst zu ihrer Stütze dienende Basis des ersten Schädelwirbels und des Gesichtes meist knorplig vorhanden, nur bei grösseren Individuen (Riesenschlange) zuweilen stückweise ossifizirt. Sie trägt auch beinahe gar Nichts zur Formirung einer oberen Mundhölen-Wand bei. Dieselbe wird vielmehr hinten durch einen nach vorn verlaufenden Fortsatz des zweiten Schädel-Wirbelkörpers, und vorn durch die Geruch-Labyrinthe selbst gebildet.

§. 56. Das *Os ethmoideum* ist bei den Schlangen in einem so ossifizirten Zustande vorhanden, wie nirgends bei den übrigen Wirbelthieren. Es ist eine sehr harte Knochenmasse mit inneren, sinuösen Behältnissen für die sich ausbreitende Riechhaut, welche durch ihre Festigkeit sogleich an das Laby-

rinth des Gehörorgans (*Pars petrosa*) erinnert. Es bildet im Allgemeinen die Figur einer Pyramide, deren Spitze gegen den oberen Zwischenkiefer, deren Basis gegen das Stirnbein mit dem ersten Seitentheile des Schädels und gegen das Thränenbein gerichtet ist. Die innere Fläche liegt an dem perpendikulären Theile der Nasenbeine. Es formirt ferner, indem es mit seiner unteren Fläche unmittelbar in die Mundhöle hervortritt, selbstständig die innere Nasenöffnung, welche nach hinten von dem inneren Fortsatze des Gaumenbeines begrenzt wird. Seine Verbindungen mit den die Nasenhölen konstituirenden Knochen sind nur ligamentös, so dass die bezeichnete Richtung der Beweglichkeit in der Konstruktion der Gesichtsknochen des Schlangen-Kopfes nicht beeinträchtigt wird.

Man sieht also, dass die Sicherstellung der Geruch-Labyrinthe nicht, wie gewöhnlich, durch diejenigen Knochen, welche die Nasenhölen formiren, bewerkstelligt wird, denn diese mussten sich nach anderen Gesetzen fügen, sondern durch die starke und kräftige Ossifikation der Geruchlabyrinthe selbst. Auf diese Weise hat die Natur die Tendenz zur Beweglichkeit der Gesichtsknochen gleichzeitig mit der Sicherung der Geruch-Stätten vereinigt. Bei Keinem der anderen höheren Wirbelthiere sind die knöchernen Gebilde in den Wandungen der Nasenhölen so geringfügig entwickelt, bei Keinem aber auch so übermächtig das Geruch-Labyrinth ossifizirt, als bei den Schlangen. Wir machen hier wiederum darauf aufmerksam, dass das frühe Erscheinen von Organen und Theilen im Embryo auf die spätere Wichtigkeit derselben für das entwickelte Thier hindeutet; nirgend sah ich die Grübchen für das Geruchlabyrinth so früh schon markirt als bei den Schlangen.

Man hat diese so kräftig ossifizirten in die Mundhöhle hineinragenden *Ossa ethmoidea* für die Pflugschaarbeine der Schlangen erklärt. Man wird in der vorangegangenen, ausführlicheren Beschreibung dieser Knochen die offenbarsten Gründe dagegen leicht herausfinden. Das Siebbein muss immer unmittelbar, wie hier, die Riechhaut tragen. Auf das, vorzüglich nur den Säugethieren eigenthümliche, Pflugschaarbein werden wir später zurückkommen; bei den Schlangen ist durchaus keine Spur davon zu finden.

Die Eidechsen, Krokodile, Schildkröten. (Tab. III. Fig. 3. 4. 5.)

§. 57. Bei den übrigen beschuppten Amphibien ist die Gesichtskopfbeuge schon stärker, das Auge rückt entschiedener zum Gesichte hinzu und theilt seine Lagerungsstätte meist gleichmässig mit dem Geruchsinn in der oberen Gesichtshälfte. Die Geruchhölen müssen demgemäss mehr nach vorn vorrücken, wodurch natürlich das ganze Gesicht vorwärts verlängert wird, und ein kleiner Theil der Gesichtsbasis vorn schon als Augen-Scheidewand auftritt. Ist indess bei den Schlangen die bewegliche Aufnahme der Nahrungsstoffe in die Mundhöle dasjenige, was sich in der ganzen Konstitution der Gesichtsknochen ausspricht, so zeigt sich bei den übrigen beschuppten Amphibien das kräftige, feste, kneifzangenartige Erfassen der Beute überall von Einfluss. Um diese Festigkeit beim Ergreifen der Nahrungsmittel in volle Wirksamkeit treten zu lassen, ist zunächst die kräftige Ausbildung der oberen und unteren Kiefer nothwendig; denn durch sie konnte diese Tendenz am Genügendsten erreicht werden. Die oberen und unteren Zwischenkiefer hönnen wegen ihrer Vorlagerung eine solche Kraft nicht so leicht in Anwendung bringen.

§. 58. Diesem gemäss sehen wir nun auch die Nasenhölen kräftig konstituirt. Ihre Knochen sind nicht ligamentös, sondern unmittelbar aneinander gefügt. Die Nasenbeine berühren vorn die aufsteigenden Theile der oberen Zwischenkiefer und seitlich die der oberen Kiefer, welche gerade in der vorderen Abtheilung am stärksten entwickelt sind. Auch die Thränenbeine sind kräftig ossifizirt und scheiden, wie bei den Schlangen, vorn die Augen- von den Nasenhölen.

An der unteren Wand der Nasenhölen befinden sich bei den Krokodilen nach innen gehende Fortsätze der oberen Kiefer und Zwischenkiefer, wodurch ein Gaumengewölbe, wie bei den Säugethieren zusammengesetzt wird. Bei den übrigen beschuppten Amphibien liegen an besagter Stelle nach hinten verlaufende Fortsätze der oberen Zwischenkiefer, vorzüglich aber die vordersten Partieen der Gaumenbeine.

Bei den meisten Eidechsen (*Chamaeleo*, *Draco* ausgenommen) ist diese vordere Partie des Gaumenbeines zu einem lostrennbaren Stücke ossifizirt. Es ist dieses eine ungewöhnliche Erscheinung, welche meines Wissens

sonst nirgend bei den übrigen Wirbelthieren vorkommt. Man denkt bei der ersten Anschauung sogleich an die in die Mundhöle hineinragende untere Fläche des Geruch-Labyrinthes der Schlangen. Indessen hat dieser Knochen durchaus keine Gemeinschaft mit demselben. Auch mit dem oberen Kiefer bemerkt man keine Verbindung. Seine vordere Spitze berührt etwas den oberen Zwischenkiefer, sein hinteres breiteres Ende aber steht in enger Beziehung zu einem Knochenstücke, welches ohne allen Zweifel dem Gaumenbeine zugehört. Das Pflugschaarbein kann es, was wir später darthun werden, nicht vorstellen. Daher bleibt uns nur übrig als das Wahrscheinlichste anzunehmen, dass dieses gesonderte Knochenstück an der unteren Nasenhölenwand mit dem hinterliegenden gemeinschaftlich das Gaumenbein in diesen Echsen darstelle. Lage und Funktion widersprechen dieser Ansicht nicht; denn bei den Vögeln ist das einfach ossifizirte Gaumenbein bis zum Zwischenkiefer verlängert, und dient als Knochenstück der unteren Nasenhölenwand. Sie widerspricht auch nicht der Genese; denn es kann unter Umständen die Zahl der Knochenstücke in einer einfachen Bildungsmasse variiren, und ebenso gut, wie in der vorderen oberen Partie des ersten Visceralbogens sich zwei Knochenstücke (Gaumen- und Flügelbein) erzeugen können wie hier auch drei Knochen sich entwickeln. Nur den nächsten Grund einer solchen Zerstückelung des Gaumenbeines habe ich mir bisher nicht angeben können.

In eben dem Maasse, als die Nasenhölen nach der vorangegangenen Schilderung bei den Eidechsen, Schildkröten, Krokodilen an ihren Wandungen kräftig ossifizirt sind, in einem gleichen Verhältnisse sehen wir auch die Geruch-Labyrinthe weniger durch eigene Hartgebilde sich sichern. Meistentheils sind nur Knorpel-Windungen vorhanden.

§. 59. Von den Knochen, welche der Mundhöle dienen, ist die Basis des ersten Schädelwirbels und des Gesichtes, namentlich bei den Eidechsen, meistentheils nur knorplig ausgebildet. Wir haben über die wahrscheinlichen Gründe dieses Phänomens früher schon unsere Ansicht mitgetheilt. Dagegen sind die Gaumen- und Flügelbeine ausserordentlich gross, und bilden mit den oberen Kiefern und Zwischenkiefern die kräftige obere Decke der Mundhöle für die Aktionen der unteren Kiefer. Unter anderen Verhältnissen,

als bei den Schlangen, doch mit derselben Tendenz, die Knochen der oberen Mundhölenwand fester zu konstituiren, finden wir hier wiederum zwischen der hinteren Abtheilung (Jochbein) des Oberkiefers und dem Flügelbein das accessorische *Os transversum.* Auch zwischen der vorderen Abtheilung und dem Gaumenbeine ist eine innigere Verbindung durch einen Fortsatz des letzteren vorhanden.

V ö g e l. (Tab. III. Fig. 6.)

§. 60. Während in der Sinnensphäre des Gesichtes der höheren Wirbelthiere bei den Schlangen noch der Geruchsinn vorherrscht, bei den Eidechsen, Schildkröten, Krokodilen das Auge und der Geruchsinn einen mehr gleichmässigeren Stand behaupten; so gewinnt bei den Vögeln das Auge sogar den Vorrang, und wird dadurch von Einfluss auf die ganze Konstruktion ihres Gesichtes. Es tritt dasselbe bei einer kräftigeren Gesichts-Kopfbeuge weiter in die Gesichtsfronte vor, die Gesichtsbasis selbst formirt einen grossen Theil der Scheidewand beider Augenhölen, und die Nasenhölen werden weiter vom Schädelgewölbe entfernt. Diesem gemäss wird auch die ganze Mundhöle am meisten bei den Vögeln vorgelagert, und das Ergreifen der Nahrung geschieht k n e i f z a n g e n a r t i g mit den v o r d e r s t e n Partieen der Mundbegrenzung, mit den Zwischenkiefern, welche sich zu einem S c h n a b e l ausbilden. Man kann unter solchen Umständen nicht übersehen, dass die überwiegende Ausbildung und das Vortreten des Gesichtssinnes die Beschränkung der hauptsächlichsten Aktion der Kiefer auf die vordersten Partieen zum Theil veranlasst hat. Auch die Schläfengrube der Vögel, in welcher die wenig kräftigen Muskeln des Kiefer-Apparates gelagert sind, akkomodirt sich der ausgedehnten Augenhöle. Aus allen den genannten Verhältnissen entnehmen wir, dass nicht, wie bei den beschuppten Amphibien, die ausserordentliche Kraft in den Aktionen der Kiefer, sondern das Auge auf die Gesichts-Bildung von entschiedenem Einflusse ist.

§. 61. An den Nasenhölen bemerken wir nun insbesondere den geringen Antheil, welchen die oberen Kiefer und Nasenbeine an der Formirung derselben nehmen. Die oberen Zwischenkiefer werden behufs der Schnabelbildung kräftiger entwickelt. Ihre aufsteigenden Theile drängen gewissermaassen die Nasenbeine, ihre horizontalen die oberen Kiefer zurück. Nur

die Thränenbeine werden stärker ossifizirt, und bilden fast ganz ohne Beihilfe der oberen Kiefer die knöchernen äusseren Seitenwände der Nasenhölen. An der unteren Wand derselben vereinigen sich die horizontalen Theile der oberen Zwischenkiefer mit den Gaumenbeinen. In Vergleich zu den Eidechsen, Schildkröten, Krokodilen sind die Nasenhölen bei den Vögeln weniger in ihren Bestandtheilen verknöchert, und wir sehen daher auch die Geruch-Labyrinthe durch eigne Ossifikation sich mehr sichern. Ausgezeichnet entwickelt und verhältnissmässig am kräftigsten verknöchert, wie bei keinem der übrigen höheren Wirbelthiere, ist bei den Vögeln die Gesichtsbasis. Dieses zeigt sich bei der Schnabelbildung auch als ganz nothwendig.

§. 62. Von der Mundhöle erwähnten wir schon im Allgemeinen die eigenthümliche Vorlagerung vor der Schädelhöle und die damit verbundene Tendenz der Schnabelbildung. Zur Ausführung der letzteren dienen vorzüglich die oberen und unteren Zwischenkiefer. Auf diese Weise wird der Vogelkopf für die Bildungsgesetze des Wirbelthier-Kopfes von Wichtigkeit. Er zeigt deutlicher als die übrigen höheren Wirbelthiere die Zweitheiligkeit der zwischen den oberen und unteren Kiefern sich hineindrängenden Bildungsmasse, wenn auch ihre Hartgebilde durch die spätere Ossifikation wie zu einem einfachen, knöchernen Zwischenkiefer vereinigt werden.

Interessant ist ferner auch die einfache Form des knöchernen Oberkiefers, welcher hier nur vorzugsweise die Mundhöle an ihrer hinteren Partie begrenzt und gleichzeitig zur äusseren Schutzwehr der Augenhöle dient. Zur Bildung der knöchernen Nasenhöle trägt das Oberkieferbein beinahe gar nichts bei. Diesem gemäss haben wir also bei den Vögeln vorzugsweise die hintere Abtheilung des oberen Kiefers knöchern ausgeprägt. In der frühsten Zeit der Ossifikation sieht man die rudimentäre, vordere Abtheilung, welche sich mit dem Thränenbein und dem oberen Zwischenkiefer verbindet, gesondert von der hinteren grösseren (Jochbein), welche durch ein anfänglich gleichfalls trennbares Knochenstückchen (Quadrat-Jochbein) mit dem Quadratbein im Zusammenhange steht.

An dem Gaumen- und Flügelbein, welche in ihrer typischen Anlage ursprünglich neben der Basis des ersten Wirbelkörpers verlaufen, ist besonders die Vorlagerung des ganzen Gesichtes und also auch der Mundhöle

wahrzunehmen. Vorzüglich dehnt sich das Gaumenbein mit der Gesichtsbasis weit nach vorn aus, erreicht die oberen Zwischenkiefer und bildet mit ihnen und der Gesichtsbasis fast die ganze obere Mundhölen-Decke. Es ist dadurch hinlänglich sowohl an der Gesichtsbasis, als an dem oberen Zwischenkiefer befestigt, und hat mit ihnen ein und dieselbe Funktion in Bezug auf die Mundhöle.

Die innige Beziehung, welche zwischen dem Flügelbein und dem Oberkiefer bei den Schlangen und den übrigen beschuppten Amphibien stattfindet, ist hier nicht vorhanden, daher sehen wir auch bei den Vögeln nirgend eine Spur von dem, jenen Thieren eigenthümlichen, *Os transversum*. Das *Os omoideum* erscheint hier vielmehr nur als ein befestigender Verbindungstheil mit dem Quadratbein, welches letztere an dem hier fehlenden Paukenbeine keine Unterstützung hat.

Säugethiere.

§. 63. Die Gesichtsformation der Säugethiere erhält eine eigenthümliche Richtung, einmal durch die theilweise Hinzuziehung des Gehörsinnes in die Sinnensphäre des Gesichtes, und dann durch die Ausbildung der Mundhöle zum Kaugeschäfte. Die kräftige Gesichts-Kopfbeuge dieser Thiere, sowie die stärkere Wölbung der Schädelhöle, namentlich in der vorderen Partie, sind hierbei die wichtigsten Unterstützungsmittel. Unter Begünstigung der ersteren wird der erste Viereralbogen dem Ohr-Labyrinthe genähert, und es können das Quadratbein und der Meckelsche Knorpel zum Ambos und Hammer sich entwickeln. Es werden also Knochen, welche durch die Gesichts-Kopfbeuge einem erweiterten Gesichte der höheren Wirbelthiere zugetheilt sind, für das Ohr-Labyrinth verwendet, und dadurch der Gehörsinn theilweise in den Bereich des Gesichtes und Antlitzes gezogen. Nicht allein der Geruch und das Auge, sondern auch das Gehör tritt sichtbarer bei dem Suchen von Nahrungsstoffen in Wirksamkeit. Unter solchen Verhältnissen ist das Gesicht mehr an die Schädelhöle gebunden, weil das Ohrlabyrinth aus seiner Lage zwischen dem zweiten und dritten Schädelwirbel nicht herausrücken kann. War bei den beschuppten Amphibien und Vögeln die Tendenz der Verlängerung des Gesichtes nach vorn, um dem Auge und dem Geruchsinn ihre Wirkungsstätten zu verschaffen, mehr und mehr sichtbar geworden,

so ist bei Säugethieren eine Konzentrirung der beiden genannten Sinne wegen des Gehörorganes an dem ersten Schädelbogen nothwendig.

Es wird hierbei das allmählige Vorrücken des Auges in die Gesichtsfronte keineswegs beeinträchtigt; denn durch die grössere Wölbung der vordersten Schädel-Partie und namentlich der Stirnbeine ist ein hinlänglicher Raum für die Konzentrirung der höheren Sinne mit Beibehaltung des allgemeinen Gesetzes gegeben; ja es wird dasselbe dadurch noch bedeutend unterstützt. Es können, neben der Mittellinie der breit gewölbten Stirnwand und mit der Schädelhöle in engem Zusammenhange, die Geruch-Labyrinthe ihre Ausbildung beginnen. An ihrer äusseren Seite befinden sich dann die Augenhölen, so zwar, dass zum Theil die Geruch-Labyrinthe selbst mit der vordersten Partie des Schädelgewölbes die Scheidewand zwischen beiden Augen bilden. Wenn daher bei den beschuppten Amphibien und Vögeln die Augen- und Nasenhölen nacheinander mit der gleichzeitigen Verlängerung des Gesichtes in dem letzteren ihre Stelle finden, so liegen dieselben bei den Säugethieren vielmehr nebeneinander, um eine gleichmässigere Gesichtsfronte formiren zu helfen. Auf diese Weise erlangt das Gesicht der Säugethiere eine eigenthümliche Breite, welche auch bei der Einrichtung der Mundhöle, insofern dieselbe zum Kauen organisirt ist, erforderlich scheint.

§. 64. In der Formirung der Nasenhölen ist bei den Säugethieren besonders hervorzuheben, dass die Thränenbeinchen in eben dem Maasse mehr und mehr geringen Antheil daran nehmen, als die Ausbildung der Oberkiefer an der vorderen Abtheilung wegen des Kaugeschäftes sehr kräftig auftreten müssen. Daher werden die äusseren Nasenhölen-Wände vorzugsweise von dem aufsteigenden Theile der Oberkieferbeine gebildet, und letztere sind es auch, welche die Augenhölen hauptsächlich vorn von den Nasenhölen scheiden, nicht, wie bei den beschuppten Amphibien und Vögeln, die Thränenbeine. Die Oberkiefer unterstützen sogar durch Erzeugung von Muscheln (*concha infima*) die Ausbreitung der Riechhaut: eine Eigenthümlichkeit, welche ich bei Keinem der übrigen Wirbelthiere mit Sicherheit nachweisen kann. Die Gesichtsbasis ist bei den Säugethieren verhältnissmässig nur gering ossifizirt; der vordere Theil bleibt immer knorplig. Sie dient nur als Scheidewand der Nasenhölen und der darin liegenden *Ossa ethmoidea.*

Die untere Wand der Nasenhöle wird durch eigenthümlich hervorwachsende horizontale Fortsätze der oberen Kiefer, Zwischenkiefer und Gaumenbeine gebildet. Indem diese Fortsätze von beiden Seiten in der Mittellinie zusammenkommen, erzeugt sich in der zwischen ihnen und der Gesichtsbasis tretenden Bildungsmasse das sogenannte Pflugschaarbein, welches in dieser Art gleichsam als eine gesonderte Erweiterung der Gesichtsbasis selbst anzusehen ist, und auch als Nasenscheidewand fungirt. Es ist also nur ein einfacher in der Mittellinie des Körpers an besagter Stelle sich befindender Knochen, welcher in seinem Erscheinen von der eigenthümlichen Entwickelung von horizontalen Fortsätzen der oberen Kiefer, Zwischenkiefer und Gaumenbeine abhängig ist. Daher ist das Pflugschaarbein in seiner grössten Ausbildung nur bei den Säugethieren zu finden. Jedoch kann es auch wegen der ähnlichen Verhältnisse bei den Krokodilen vorkommen. Bei einigen Vögeln sehe ich den *Vomer* gleichfalls; indessen kommen dann auch horizontale Fortsätze der Oberkieferbeine von beiden Seiten an der unteren Fläche der Gesichtsbasis zusammen. Uebrigens ist er hier immer nur in einem rudimentären Zustande.

§. 65. Die untere Wand der Nasenhöle richtet sich in ihrer individuellen Ausbildung vorzugsweise nach der Mundhöle. Diese letztere hat bei den Säugethieren ihre grösste Isolirung von der hinterliegenden Schlundhöle erreicht; durch das Gaumensegel kann sie vollständig abgeschlossen werden. Sie fungirt nicht allein als blosses Aufnehmungsorgan der Nahrungsstoffe, sondern sie soll dieselben zugleich durch das Kauen für die Verdauung geeignet machen. Ausser der Zunge und den Zähnen unterstützt diese Funktion der Mundhöle besonders die untere Wand der Nasenhöle, welche für das Kaugeschäft ganz eigenthümlich gewölbt und in Wahrheit die Benennung „Gaumengewölbe“ verdient. Die Oberkieferbeine tragen zum Gaumengewölbe das Meiste bei, das Flügelbein beinahe gar nichts; wie denn überhaupt dieser letztere Knochen bei den Säugethieren nur rudimentär vorhanden ist, und seine Verbindung mit dem Ambos (Quadratbein) ganz aufgegeben hat.

Die untere Wand der Mundhöle wird vorzugsweise durch die unteren Kiefer gestützt. Während die Meckelschen Knorpel bei allen übrigen Wirbelthieren das Gelenk für den Unterkiefer-Apparat bilden, so müssen bei den Säugethieren, bei welchen die Meckelschen Knorpel sich zum Gehörknöchelchen

(Hammer) metamorphosiren, die unteren Kiefer eigene Gelenkköpfe entwickeln, und dieselben an den *Processus temporalis posterior* (Jochfortsatz des Schläfenbeines) befestigen. Auch die unteren Zwischenkiefer stellen sich hier während der Ossifikation weniger gesondert dar, obgleich ihre Bildungsmassen, wie bei allen übrigen höheren Wirbelthieren, hinlänglich während der rein typischen Konformation markirt sind. Man darf indess auch nach der Verknöcherung nicht übersehen, dass derjenige Theil des unteren Kiefer-Apparates, welcher wie der obere Zwischenkiefer die Schneidezähne trägt, stets individuell von den eigentlichen unteren Kiefern sich abzeichnet.

§. 66. Der Mensch gehört im Allgemeinen seiner Gesichtsformation nach den Säugethieren an. Dennoch sind es bei ihm nicht allein die Konzentrirung der drei höheren Sinne und die Einrichtung der Mundhöle zum Kauen, welche die Form seines Antlitzes bestimmen, sondern vorzugsweise die überwiegende Entwickelung des intellectualen Organes. Dasselbe ist in einer Art entwickelt, wie nirgend bei den übrigen Wirbelthieren, und durch dieses tritt eine gewölbte Stirn in den Antlitz-Kreis mit solcher Uebermacht, dass die Sinne und der Kiefer-Apparat der Funktion und dem Raume nach vollends unterliegen.

Wir haben nur die Hauptrichtungen in der Gesichtsformation angegeben. Der Uebergänge giebt es viel, doch bleibt es einer specielleren Betrachtung überlassen zu bestimmen, welche von den Hauptrichtungen diese oder jene zweideutige Spezies besonders ausgebildet darlegt.

III. Abschnitt.

Die niederen Wirbelthiere.

§. 67. Die niederen Wirbelthiere charakterisirt hinsichtlich der Kopfbildung der Mangel einer Gesichts-Kopfbeuge. Wir deuteten im ersten Abschnitte des zweiten Theiles darauf hin, dass die wahrscheinliche Ursache davon in dem weniger individuellen Auftreten des Geruchsinnnes und in der innigen Gemeinschaft desselben mit den Hemisphären begründet liege. Es

ist also die Ausbildung des Gehirnes, welche über die Existenz und den Mangel der Gesichts-Kopfbeuge entscheidet. Während nun die allgemeinen Gesetze der Kopfbildung bei den niederen Wirbelthieren in ganz gleicher Art, wie bei den höheren, in Anwendung zu bringen sind, so werden dagegen alle jene Modifikationen, welche durch die Gesichts-Kopfbeuge entstehen, hier nicht mehr zu suchen sein.

Ausser dem angeführten, wichtigsten Unterschiede ist noch ein zweiter vorhanden, welcher mit jenem gleichzeitig auftritt, jedoch nicht in einem so nothwendigen Zusammenhange mit ihm zu stehen scheint: es ist die modifizirte und weniger vollkommene Entwickelung des Gehör-Organes. Es hat indess auch diese zweite Eigenschaft der niederen Wirbelthiere eine nähere Verbindung mit der geringen Ausbildung des Gehirnes. Denn, während das Gehörorgan mehr und mehr in dem Schädel verbleibt (Fische), und schon ein wirkliches äusseres Ohr und äusserer Gehörgang selbst bei den Fröschen, welche den Uebergang zu den höheren Wirbelthieren machen, nicht vorhanden ist, bildet sich gleichzeitig eine andere Oeffnung in der Kopf-Visceralröhre aus: die äussere Kiemen-Oeffnung. Mit ihrem und dem Auftreten der Kiemen-Athmung ist in dem engsten Zusammenhange der Mangel eines dritten wirklichen Visceralbogens, in dessen Stelle nur ein Analogon, der Kiemenbogen-Träger, sich vorfindet.

§. 68. Die niederen Wirbelthiere zerfallen gemäss der Kopfbildung in zwei Abtheilungen:

1. Thiere mit wirklicher Larven-Metamorphose. Gleichzeitig findet auch die Veränderung des Athmungsorganes von Kiemen in Lungen statt. Hieher die ungeschwänzten Batrachier.

2. Thiere ohne ächte Larven-Metamorphose.

a. Die geschwänzten Batrachier. Es sind Thiere, welche ihre Athmungsorgane theilweise oder gänzlich metamorphosiren.

b. Die Fische. Athmung durch Kiemen ohne Veränderung.

Die Unterschiede der beiden Haupt-Abtheilungen zeigen sich vorzugsweise in der Kopf-Visceralhöle.

Wir werden bei der Betrachtung des Kopfes der niederen Wirbelthiere, um die Wiederholungen zu vermeiden, hauptsächlich nur auf das Abweichende von der höheren Wirbelthier-Abtheilung Rücksicht nehmen.

Kapitel VI.

Die Schädelhöle.

Typische Konformation.

§. 69. Die typische Konformation der Schädelhöle geschieht ursprünglich bei den niederen Wirbelthieren in derselben Weise wie bei den höheren: durch Erzeugung und Ausbildung zweier Rückenplatten des serösen Blattes. Dieselben verlaufen in einer Richtung mit den gleichnamigen des Rumpfes, so zwar, dass anfangs nur das grössere Volumen der Schädelröhre, später die deutlichen Wirbelabzeichnungen der Rumpf-Rückenplatten die Scheidung andeuten.

Bei den Fröschen macht sich nun wegen der ihnen eigenthümlichen Larven-Metamorphose das ganze Wirbelsystem und also auch die Schädelhöle gleich anfangs von der Dotterkugel unabhängiger, indem die Rücken- und Visceralplatten ursprünglich in jene Richtung fortwachsen, welche das Wirbelsystem in entwickelten Thieren zeigt. Bei den Tritonen, nach v. Baer auch bei den Fischen legen sich die Rücken- und Visceralplatten zuerst schmarotzerartig um die Dotterkugel herum und erst, wenn der Kopf beinahe vollständig typisch gebildet dasteht, werden sie freier, nach und nach sich loswindend. Beide Entwickelungsarten haben indess das Gemeinsame, dass Kopf und Rumpf, auch nach Vollendung der typischen Konformation, eine gleichmässige gerade Längenrichtung beibehalten, dass weder ein Nackenhöcker sichtbar, noch namentlich am Kopf die vorderste Schädel-Partie niedergebeugt, und so eine Gesichts-Kopfbeuge erzeugt wird: das ganze Wirbelsystem hat durchweg einen gleichmässigen, geraden Verlauf.

§. 70. Die häutige Schädelhöle umschliesst das Gehirn ganz enge und nimmt von ihm seine allgemeine Form an. Bei den nackten Amphibien konnte ich ursprünglich nur drei Gehirn-Abtheilungen unterscheiden. Sie entsprechen der Lage nach den einzelnen Schädelwirbeln, wie man dieselben

in früher Zeit mit Hilfe der Visceralbogen, des Auges, Ohres und der Rumpfwirbel zu bestimmen im Stande ist. Im Allgemeinen aber markiren sie sich um diese Zeit weniger als bei den höheren Wirbelthieren. Während der Chondrose bildet die Schädelhöle bei den Fröschen gleichfalls eine kontinuirliche Röhre. Bei den Tritonen bewirkte die Entwickelung von Fortsätzen für die untere Nasenhölen-Wand sehr bald eine Abscheidung der knorpligen ersten Seitentheile von der schon verknöcherten Basis und der häutigen Schädeldecke. Auch die schnelle Verkümmerung der zweiten Seitentheile durch die Einwirkungen der Ohrlabyrinthe brachte eine Isolirung der Gelenktheile des dritten Schädelwirbels hervor. Bei Jungen von *Blennius viviparus* finde ich den Knorpelzustand der Schädelhöle ähnlich dem bei den Tritonen. Die Schädelbasis war schon verknöchert und grenzte vorn an die noch knorplige Gesichtsbasis. Sie liess sich in zwei Theile trennen, von welchen der hintere dem dritten, der vordere dem ersten und zweiten Schädelwirbel zugehört. Auf diese Weise verhält sich die Schädelbasis auch bei den Tritonen, nur ist der Körper des dritten Schädelwirbels wegen der bevorstehenden Veränderungen noch knorplig verblieben. Die Seitentheile der Schädelhöle bei diesen jungen Schleimfischen waren knorplig, doch ohne irgend eine Trennung, und gingen, wie bei den Tritonen, in die häutige Schädeldecke über.

Durch die Ossifikation wird nun, wie bei den höheren Wirbelthieren, auch hier das Streben der Schädelhöle, sich in einzelne Wirbel abzutrennen, deutlicher realisirt. Waren wegen der geringeren Ausbildung des Gehirnes schon bei den beschuppten Amphibien die accessorischen Knochen der Schädelhöle, das *Os Wormianum* und das *Os squamosum* des Schläfenbeines, nicht mehr aufzufinden, so wird man diese Stücke bei den niederen Wirbelthieren um so weniger antreffen. Man bemerkt vielmehr da, wo die Schlussstücke der drei Wirbel ossifizirt sind, wie bei den beschuppten Amphibien, nur zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine und eine Schuppe des Hinterhauptsbeines. Bei den Gräthen-Fischen wird durch das Zurückbleiben des Gehör-Labyrinthes die hintere Partie des Schädels erweitert, und es zeigt sich wiederum das *Os mastoideum* als Schlussstück in dem hinteren Schädelwirbel. Die Seitentheile des ersten und dritten Schädelwirbels sind bei den nackten Amphibien immer deutlich zu erkennen, die des zweiten durch die Ohrlaby-

rinthe beeinträchtigt; nur bei den Gräthen-Fischen sind diese letzteren kräftig ossifizirt. In der Basis der Schädelhöle ist gemeinhin nur der Körper des dritten Wirbels von den kontinuirlich zusammenhangenden des zweiten und ersten geschieden, so dass es scheint, als ob bei den höheren Wirbelthieren die Gesichtskopfbeuge zur Abtrennung der beiden letzteren Wirbelkörper Etwas beitrage. Bei den ungeschwänzten Batrachiern wird die Schädelbasis in dem Maasse weniger kräftig ossifizirt, als ein knöchernes Gebilde des Schleimblattes, das sogenannte *Os sphenoideum basilare*, einen grossen Theil desselben unterstützt.

§. 71. Bei den Fischen nimmt die Ossifikation, wie Herr v. Baer schon dargethan, einen von den übrigen Wirbelthieren etwas abweichenden Weg. Indessen ist diese Thatsache unserer Ansicht nach in viel zu weitem Umfange in Anwendung gebracht worden. Wir wollen daher den Verknöcherungs-Process bei den Fischen, insoweit er die Schädelhöle betrifft, hier etwas näher erörtern.

Im Allgemeinen ist bekannt, dass die noch häutige Schädelhöle bei den Fischen sich ursprünglich wie bei allen übrigen Wirbelthieren verhält, und das Gehirn enge umschliesst. Während der Konsolidirung der Bildungsmasse verwandelt sich nun bei den Knorpelfischen die häutige Schädeldecke in Knorpelsubstanz und umgiebt dann, wie ich beim Hay und Stör sehe, unmittelbar das Gehirn. Ihre Schädelhöle hat mit der gleichen Entwickelungsstufe des Schädels der übrigen Wirbelthiere das Gemeinsame, dass die Wirbel-Abscheidungen nicht zu bemerken, und dass die Knorpelsubstanz vielmehr überall in einer Kontinuität fortläuft, ohne sich zu unterbrechen. Die Wirbel müssen hier durch die sonstigen Hilfsmittel näher bestimmt werden.

Bei den Gräthen-Fischen wird nun die Knorpelmasse auch ossifizirt. Am frühsten verknöchert, wie bei den Tritonen, die Schädelbasis und zwar nach meinen Untersuchungen an Jungen von *Blennius viviparus* ganz in der Weise, wie bei den übrigen Wirbelthieren. Die Schädelbasis zeigt auch hier, wie bei den geschwänzten Batrachiern, zwei trennbare Stücke, von welchen das vordere dem ersten und zweiten Schädelwirbel, das hintere dem dritten angehört. Später werden auch die knorpligen Seitenwände der Schädelhöle und die Schuppe des Hinterhauptsbeines ossifizirt. Und hier zeigt sich die

Eigenthümlichkeit der Gräthenfische, indem zuerst die äussere Rinde verknöchert, während die Knorpelsubstanz innerhalb noch eine Zeitlang sich erhält.

Man darf jedoch diese Art der Ossifikation nicht mit den Belege-Knochen an den Knorpeln des ersten Visceralbogens, mit dem Paukenbein und dem Unterkiefer-Apparat zusammenbringen. Diese haben eine ganz andere Genese. Man erkennt oft ihre knorpelartigen Bildungsstreifen als gesonderte Theile auf den Knorpeln des Visceralbogens aufliegend, und selbst, wenn beide Theile ossifizirt sind, ist lange Zeit noch eine Trennung möglich. Die oberflächliche Knochenschicht der Knorpel bei den Gräthenfischen lässt sich niemals ordentlich von der unterliegenden Knorpelmasse trennen. Nur mit Mühe bricht man einzelne Knochensplitter hinweg, wobei dann immer die darunterliegende Knorpelmasse zerstört wird; kurz, es zeigt sich hier die Knochenschicht als ein integrirender Theil des ganzen Knorpels. Wenn diese Knorpel bei älteren Individuen durchgängig verknöchert werden, so ist man nicht mehr im Stande die früher ossifizirte Rinde von der übrigen Knochenmasse zu trennen oder irgend eine Scheidungslinie aufzufinden. — Es ist wahrscheinlich, dass die verschiedene Struktion der Knorpelsubstanz auf diese eigenthümliche Ossifikation von Einfluss ist.

§. 72. Hält man das Charakteristische dieser Verknöcherung fest, so wird die Scheidung von ähnlichen Verhältnissen nicht schwer. Man darf dann dieselben auch nicht mit der Knochen-Lamelle an der unteren Fläche der Basis der jüngeren Froschköpfe vergleichen. Dieselbe ist, wie wir gezeigt haben, ein Gebilde des Schleimblattes. Ich kenne bis jetzt nur einen Knochen bei den Fischen, welcher mit dem sogenannten *Sphenoideum basilare* der Frösche einen Vergleich zulässt. Dieser findet sich an der unteren Fläche der knorpligen Schädelbasis bei den Stören. Die Entwickelungsgeschichte des Störes muss über die Richtigkeit einer solchen Annahme noch entscheiden. Folgendes kann ich jedoch von meinen Untersuchungen an einem jungen sechs Zoll langen Störe, den ich der Güte des Herrn Professor Rathke verdanke, mittheilen.

Es findet sich dieser Knochen bei dem jungen Störe an der knorpligen Schädelbasis anliegend, so zwar, dass er durch eine Zellgewebe-Schicht, öfters sogar durch häutige Massen von derselben geschieden ist, und die

Lostrennung auf das Leichteste von Statten geht. Nach hinten dehnt er sich in ganz gleicher Art über die Basis der ersten Rumpfwirbel hinweg, und die knorpligen Rippen sind hier nicht an ihm selbst, sondern zur Seite an den Wirbeln befestigt. Vorn durchschneidet er die an dem vorderen Ende der Schädelbasis hervortretende Knorpelmasse, und setzt sich dann mit dem Hautknochen an der unteren Fläche des Gesichtes *sens. strict.* in Verbindung. In der genannten Knorpelmasse liegt er ganz lose, von häutigen Massen umgeben.

Bei älteren Stören sieht man diesen Knochen inniger mit der knorpligen Schädelbasis vereinigt. Die Abtrennung wird schwieriger, und vorn, wo er die Knorpelmasse durchschneidet, ist er sogar theilweise durchsichtig geworden, wie wenn ein Aufsaugungsprozess stattgefunden hätte. Ein Vergleich beider Zustände dieses Knochens giebt uns deutlich zu erkennen, dass seine grössere Selbstständigkeit, wie die des sogenannten *Sphenoideum basilare* der Frösche, während der Entwickelungszeit Statt hat, dass seine Entstehung wahrscheinlich in dem Schleimblatte vor sich gehe, und die Knorpelmasse am vorderen Schädelende ihn später erst umgebe. Wir werden späterhin sehen, dass auch die Gaumenplatten des Störes auf einen Entwickelungszustand hindeuten, in welchem die Schleim-Membran der Kopf-Visceralhöle bei mangelhafter Ausbildung des Wirbelskeletes, wie bei den Batrachiern, vikariirende Knochen der Mundhöle entwickelt.

Die Schädeldecke der Gräthenfische.

§. 73. Die genannte Eigenthümlichkeit in der Verknöcherung namentlich der Seitentheile der Schädelhöle ist auch auf die Schädeldecke übergetragen. Zum überführenden Beweise hat vorzugsweise der Hechtkopf gedient, bei welchem selbst in älteren Individuen unter einer Knochenschicht stets die Knorpelsubstanz vorgefunden werden kann. Es ist jedoch das Verhalten der Schädeldecke bei den Gräthenfischen unserer Ansicht nach ein anderes und eigenthümliches. Wir wollen daher, bevor wir unser Urtheil abgeben, die Theile, welche das Gehirn von oben schützen, zuerst näher beschreiben.

Es ist bei dieser Untersuchung nothwendig sich die Köpfe jüngerer Individuen zu verschaffen, bei welchen die Verknöcherung noch nicht zu sehr Ueberhand genommen, und die ursprüngliche Sonderung der Theile dem

später vorherrschenden Prinzipe der Festigkeit noch nicht gänzlich unterworfen ist. Man mazerirt dann die Köpfe, oder kocht sie leicht auf, so dass die einzelnen Theile noch zusammenhangen.

An einem in letzterer Weise behandelten Hechtkopfe (Tab. III. Fig. 9.) nimmt man zunächst die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine an der oberen Partie des Schädels hinweg. Dieses Verfahren hat nicht die mindeste Schwierigkeit; ja bei jüngeren Individuen bin ich sehr oft im Stande gewesen durch blossen Fingerdruck die genannten Knochen zu entfernen. Man hätte glauben sollen, dass bei dem Hinwegnehmen von sogenannten Schlussstücken der Schädelhöle doch wenigstens die respektiven Seitentheile beeinträchtigt und etwas zerstört sein würden; da die Schlussstücke der Wirbelbogen doch eine unmittelbare Fortsetzung der respektiven Seitentheile selbst sind. Doch davon ist keine Spur zu bemerken; Alles befindet sich in der grössten Ordnung. Auch das Gehirn liegt nicht zu Tage, sondern wir sehen eine Knorpelschicht vor uns, welche nirgend unterbrochen ist, vorn in die Gesichtsknorpel übergeht, und hinten mit der knöchernen Schuppe des Hinterhauptsbeines unmittelbar und kontinuirlich zusammenhangt. Seitlich stösst sie auf die zum Theil knorpligen ersten und auf die knöchernen zweiten und dritten Seitentheile. Wo sie mit den zweiten Seitentheilen zusammenkommt, erweitert sie sich nach aussen zu Rändern mit zwei Fortsätzen, welche als gesonderte Knochenstücke (das sogenannte hintere Stirnbein und die Schuppe des Schläfenbeines) ossifizirt werden. Wird diese Knorpelschicht entfernt, so haben wir unmittelbar darunterliegend das Gehirn von einer sehr dünnen Schicht gallert- und fettartiger Massen überzogen.

Man nehme nun den Kopf eines Barsches (*Perca fluviatilis*) und behandele ihn auf dieselbe Weise (Tab. III. Fig. 13.). Man kann dann wiederum ohne Schwierigkeit die sogenannten Scheitel- und Stirnbeine entfernen. Alsdann gewahrt man, ohne die Gehirnkapsel selbst zerstört zu haben, nicht eine vollständige, sondern eine lückenhafte Knorpelmasse, welche zunächst am hinteren Ende der ersten Seitentheile (zwischen den sogenannten *Alae magnae Hallm.* oder *Alae parvae Cuv.* des Keilbeines) wie eine schmale Brücke von einer Seite zu der anderen sich herüberzieht, und die sogenannten Stirnbeine stützt. Von der Mitte dieser knorpligen Brücke geht eine

breitere Knorpellamelle nach hinten zu der verknöcherten Schuppe des Hinterhauptsbeines. Der letztere Uebergang geschieht ganz kontinuirlich. Zur Seite der knöchernen Schuppe des Hinterhauptsbeines stützen sich hauptsächlich die sogenannten Scheitelbeine, mit einem Theile ihrer unteren Fläche aufliegend. Ausserdem sieht man nur noch die Knorpelmasse zwischen den vorderen Enden der ersten Seitentheile (den sog. vorderen Stirnbeinen) vollständig, und dann in der Gegend etwas ausgebildet, wo die respektiven knöchernen Seitentheile sich mit der Schädeldecke in Verbindung setzen. Hier hat sich dieselbe, wie beim Hecht, gleichfalls zu knöchernen Rand-Erhebungen mit Fortsätzen erweitert. Auf sie stützen sich theilweise die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine, gleichfalls mit der Fläche aufliegend. Die übrig gebliebenen Lücken in der Verknorpelung werden mit jener bekannten fett- und gallertartigen Masse ausgefüllt, so zwar, dass die Rudimente von Knorpeln mit ihr ein gleiches Niveau bilden und gleichsam in dieselbe sich zu verlieren scheinen. Haben wir die rudimentären Knorpelmassen mit den an und darunter liegenden gallert- und fettartigen Massen entfernt, dann erst sehen wir das Gehirn zu Tage liegen.

Wir haben nun noch eine dritte Richtung in der Konsolidation der Schädeldecke näher zu berühren, und diese finden wir beim Aal. Man zieht hier zuerst die Cutis, die ohne sichtbare Spuren einer Schuppen-Bildung ist, vom Kopfe ab *). Dann hat man die knöcherne Schädeldecke vorn nackt, hinten von Muskel-Partieen bedeckt vor sich. Jetzt versucht man die Stirn- und Scheitelbeine, wie beim Hecht und der *Perca fluviatilis*, hinweg zu nehmen. Sogleich wird man gewahr, dass diese Lostrennung durchaus nicht leicht von Statten geht. Ich hatte junge Individuen von der Länge eines halben Fusses zu meinen Untersuchungen. Indess gelang mir das Unternehmen nur auf die Weise, wie es in gleicher Absicht auch bei den übrigen Wirbelthieren möglich ist, indem ich die Schädeldecke in einer Trennungsnath durchstach, und nun die Stirn- und Scheitelbeine mit Mühe aus ihren Verbindungen entfernte. Dabei wird die Schädelhöle zum grössten Theile

---

*) Am Rumpfe lässt sich bekanntlich die Cutis beim Aal gleichfalls leicht abziehen, und hier sieht man auch deutlicher Schuppen-Rudimente.

zerstört, und man bemerkt, dass die Deckknochen, nicht wie beim Hecht und dem Barsch, auf den Seitentheilen mit der Fläche gleichsam lose aufliegen, sondern dass die beiderseitigen Ränder durch Schuppennäthe inniger ineinander greifen. Darunter befindet sich weniger jene fett- und gallertartige Masse, auch nicht das Gehirn unmittelbar anliegend, sondern zuerst eine etwas festere Haut, welche, ähnlich der *Dura mater* bei den höheren Wirbelthieren, an der inneren Fläche der Schädelhöle sich hinzieht. Das Gehirn füllte das Schädelgewölbe, von den knöchernen Theilen nur durch die genannte Haut geschieden, vollständig aus. Beim Aale habe ich auch nie, selbst in den jüngsten Individuen, die eigenthümliche Verknöcherung in den Seitenwänden der Schädelhöle, wie sie bei den übrigen Gräthenfischen stattfindet, bemerken können; sie verhält sich, wie ich vermuthe, analog den übrigen Wirbelthieren.

§. 74. Man überzeugt sich aus den mitgetheilten Untersuchungen, dass das Verhalten der knorpligen und knöchernen Theile über dem Gehirn sich nicht mit der Eigenthümlichkeit der Ossification in den Seitenwänden der Schädelhöle vergleichen lässt. Ich habe auch nie gefunden, dass in älteren Individuen die Knorpelmassen mit den darüberliegenden Knochenstücken förmlich zu einem Knochen verwachsen. Nur da, wo sie wirkliche knöcherne Theile der Schädelhöle decken, wird durch den gleichartigen Zustand bei älteren Individuen die Vereinigung inniger, und die Abtrennung in gleichem Grade schwieriger*). Im Uebrigen aber zeigen die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine bei dem Barsch und dem Hechte eine so geringe Gemeinschaft mit den die Seitenwände bildenden Knochen des Schädelgewölbes, dass ich sie gemäss den vorangegangenen Untersuchungen aus der Reihe der typischen Schädelknochen entfernen zu müssen mich berechtigt fühle. Die Scheitel- und Stirnbeine müssen ihrem Wesen nach die entsprechenden Seitentheile oben zu einem Bogen verbinden. Dieses thun die genannten Knochen bei den erwähnten Gräthenfischen nicht, sondern die darunterliegende Knorpelmasse entspricht vollkommen dieser Funktion, und, wo diese lückenhaft ist, kommt die fett- und gallertartige Masse zu Hilfe. Nur das obere Schlussstück des dritten Schädel-

*) Dasselbe Phänomen haben wir auch an dem Haut- und Wirbelskelet der Schildkröten.

wirbels finde ich bei allen Gräthenfischen konstant knöchern. Diese knöcherne Schuppe des Hinterhauptsbeines steht im kontinuirlichen Zusammenhange mit den respectiven Seitentheilen und auch mit den knorpligen Deckmassen des Gehirnes, ganz so, wie man es der Genese nach bei den einzelnen Stücken der Schädelhöle erwarten musste. Mit den sogenannten Scheitelbeinen hat sie keine andere Gemeinschaft, als dass sie denselben theilweise zur Stütze dient. Die knöcherne Schuppe des Hinterhauptsbeines mit den sich anschliessenden knorpligen Partieen und die fettartigen Massen sind also die Theile, welche der Schädeldecke bei den übrigen Wirbelthieren entsprechen. Die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine aber entstehen ausserhalb der Schädeldecke und gehören dem Hautsysteme an. Sie sind für den Kopf das, was die Schuppen am Rumpfe. Nicht allein die genannten knöchernen Theile an der Schädeldecke, sondern auch die Schuppen des Infraorbital-Ringes und mehre Knochen am Gesichte fallen dem Hautskelete zu; auf letztere kommen wir später noch zurück.

§. 75. Ist dieser Ausspruch über die Existenz eines Hautskeletes bei den meisten Gräthenfischen gleichwohl neu und vielleicht den Naturforschern unerwartet, so scheint mir dennoch nur die verschiedene Ausprägung des Hautskeletes am Rumpfe und am Kopfe bei den genannten Thieren*) der hauptsächlichste Grund zu sein, warum unsere Ansicht noch nicht aufgekommen ist. Denn bei den Stören und anderen Knorpelfischen, bei welchen das Hautskelet am Rumpfe und Kopfe gleichartiger entwickelt ist, hat man keinen Anstand genommen, die knorplige Schädeldecke von den drüberliegenden Hautknochen zu scheiden. Dessenungeachtet ist das Verhalten der knorpligen Schädeldecke bei den Stören im Grunde dasselbe, wie bei den Hechten. Der einzige Unterschied, welcher übrigens von keiner Bedeutung

*) An überzeugender Kraft gewinnen daher auch die gepanzerten Gräthenfische. Durch die Güte des Herrn Medizinalrath Dr. H. Rathke erhielt ich einen gepanzerten Wels (*Cataphractus*) und einen *Cottus cataphractus*. Wenn gleich die Exemplare durch die lange Aufbewahrung in Weingeist zum Untersuchen nicht ganz geeignet waren, so konnte ich mich doch von der Anwesenheit knorpliger Massen unter dem Schädel-Panzer überzeugen. Bei diesen Fischen aber ist die Gleichartigkeit der knöchernen Theile an der Schädeldecke und der Schilder am Rumpfe schon beim ersten Anblick nicht zu verkennen.

ist, beruht darin, dass bei den Stören nirgend die Ossification an der Schädelhöle begonnen, dagegen bei dem Hechte die Schuppe des Hinterhauptsbeines und die Randerhebungen des knorpligen Schlussstückes im zweiten Schädelwirbel theilweise verknöchert sind (sog. hinteres Stirnbein, Schuppe des Schläfenbeines). Hat man sich aber am Hechtkopfe überzeugt, dass die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine nur dem Hautskelet angehören, so ist die Anwendung einer solchen Erklärung auf die übrigen Gräthenfische, bei welchen die knorplige Schädeldecke nur lückenhaft entwickelt ist, nicht mehr schwierig.

§. 76. Wir haben nur die Hauptrichtungen in dem Verhalten der Schädeldecke bei den Gräthenfischen erwähnt. Geringer als bei *Perca fluviatilis* ist die Schädeldecke bei den Cyprinoiden und bei Silurus ausgeprägt, bei denen meist nur die knorplige Brücke, welche die sogenannten Stirn-Beine (-Schuppen) stützt, und die vordere Partie vom oberen Schlussstücke des ersten Schädelwirbels knorplig sind. Zwischen dem Barsch und dem Hecht steht *Clupea Membras* und der Lachs, deren knorplige Schädeldecke nur sehr geringe lückenhafte Stellen zeigt. Noch kräftiger als beim Hecht, finde ich die Schädeldecke bei *Cyclopterus lumpus* verknorpelt, welchen ich der Güte des Herrn Professor H. Rathke verdanke. Nur die Knorpelmasse der Schädeldecke ist hier noch bedeutender, und die knöchernen Stirn- und Scheitel-Schuppen, wie das Hautskelet überhaupt, wenig entwickelt. Interessant sind auch die Schädel von Diodon, Tetraodon, an welchen ich die Ossifikation in einem beinahe noch stärkeren Grade vorfinde, als beim Aal-Schädel. Und dennoch ist auch das Hautskelet am Kopf kräftig entwickelt. Es scheint daher, als ob gerade da die Schädeldecke stärker verknorpelt und ossifizirt wird, wo das Hautskelet entweder wenig ausgebildet (Aal, Hay etc.), oder wo dasselbe eine eigenthümliche Entwickelungsrichtung nach aussen erhalten hat und so die Schädeldecke weniger unterstützen kann (Diodon, Tetraodon, Stör, Ostracion? etc.). Ist dagegen die Schädeldecke selbst nicht vollständig verknorpelt, so tritt das Hautskelet in innigere Beziehung zum Wirbelskelet, wie bei den Schildkröten, und unterstützt die mangelhaft konsolidirte Schädeldecke (Barsch etc.).

§. 77. Merkwürdig ist, das bei der lückenhaften Verknorpelung der Schädeldecke gleichzeitig jene fett- und gallertartige Masse in Menge sich

28

erzeugt und mit den vorhandenen Knorpelmassen als Schädeldecke fungirt. Beim Hecht, Stör, Hay etc., wo die knorplige Schädeldecke mehr oder weniger vollständig ausgebildet ist, konnte ich wenig von dieser Masse bemerken. Auch war ich niemals im Stande eine konsistentere Haut über dem Gehirn bei denjenigen Fischen nachzuweisen, wo die Schädelhöle in ihrer Decke unvollständig ossifizirt ist. Beim Aal hingegen ist eine solche, ähnlich der *Dura mater*, ziemlich zu unterscheiden. Mit der gallert- und fettartigen Masse lässt sie sich gar nicht vergleichen. Sie ist im frischen Zustande ohne Zellen, und getrocknet bildet sie eine härtliche, spröde Membran. — Die Entwickelungsgeschichte lehrt auch, dass das evidente Auftreten der *Dura mater* bei den höher stehenden Wirbelthieren erst durch den Verknöcherungsprozess bewirkt wird.

§. 78. Die Entwickelungsgeschichte der Fische, sowie zahlreichere Untersuchungen an Gräthenfischen, welche mir nicht zu Gebote stehen, werden über vorliegenden Gegenstand noch genauere Details angeben können. So viel jedoch glaube ich aus meinen Beobachtungen entnehmen zu können, dass die Konsolidation des Schädelgewölbes bei den Fischen im Allgemeinen nicht so weit, wie bei den übrigen Wirbelthieren gediehen ist, und dass daher auch bei ihnen die Ausprägung der Wirbel-Abtheilungen weniger wahrgenommen werden kann. Bei einer ganzen Reihe von Fischen bleibt das Schädelgewölbe in dem Knorpelzustande stehen, bei anderen beginnt auch schon die Ossifikation. Auf normale Weise sehen wir hier die Basis des Schädels ossifizirt, eigenthümlich und gleichsam halb verknöchert die Seitentheile, am mangelhaftesten aber ausgebildet die Schädeldecke, die öfters nicht einmal vollständig verknorpelt und durch Erzeugung von fett- und gallertartigen Massen ihre Funktion ergänzt und vervollkommnet. Diejenigen Fische, welche ich bis jetzt in der Verknöcherung des Schädelgewölbes ganz den übrigen Wirbelthieren ähnlich gefunden habe, sind der Aal, Diodon, Tetraodon. Sie schliessen sich daher in der Konsolidation der Gehirnkapsel an die nackten Amphibien an. Wie bei letzteren sind auch bei ihnen die einzelnen Knochen des Schädelgewölbes deutlicher aufzufinden, und nur die ersten Seitentheile zeigen sich beim Aal durch den gemeinschaftlichen Austritt der

Sinnesnerven für das Auge und den Geruch etwas in der Ossifikation beeinträchtigt.

Die Veränderungen der Schädelhöle.

§. 79. Die Veränderungen der Schädelhöle bei den niederen Wirbelthieren hangen gleichfalls einmal von dem Gehirne selbst ab, und dann von den anliegenden Sinnesorganen und den Gebilden der Visceralhöle.

§. 80. Die Variationen des Schädelgewölbes, welche durch das Gehirn hervorgerufen werden, sind bei den nackten Amphibien von sehr geringem Belange. Die drei Haupt-Abtheilungen des Gehirnes sind hier gleichmässig ausgebildet, und die Gehirnkapsel zeigt demgemäss die einfache Zylinderform, analog dem Rückgrath, in einer Weise, wie wir sie nirgend bei den übrigen Wirbelthieren wiederfinden.

Bei den Fischen wird die vordere Abtheilung des Gehirnes, welche den grossen Hemisphären mit den vereinigten Riechkolben entspricht, öfters in ihrem Volumen verringert (Hecht). Es scheint, als ob in derselben vielmehr der Sinn des Geruches oder dessen Analogon ausgebildet sei, als die intellektuale Thätigkeit, ohne das man irgend eine evidente Scheidung gewahr werden kann. Man sieht daher hier auch in gleichem Grade die vorderste Schädel-Abtheilung zusammensinken, und die entsprechenden Seitentheile in der Mitte zu einer knorpligen Platte (sog. *Ala parva ossis sphenoidei, septum interorbitale*) verschmelzen, unter welcher die knöcherne Basis fortläuft.

§. 81. Die Einwirkungen welche die Schädelhöle von aussen erleidet, geschehen einmal durch die Sinnes-Organe: durch das Auge und durch das Ohr.

§. 82. Die Augen-Rudimente befinden sich bei den niederen Wirbelthieren gleich anfangs nicht sowohl an der gewölbten Stirnwand, welche hier ganz einfach nur die vorderste Decke der Schädelhöle bildet, sondern vielmehr auf dem Uebergange derselben zu den respektiven Seitentheilen. Bei der weiteren Ausbildung des Embryo erweitert sich das Auge an diesen ersten Seitentheilen mehr und mehr nach hinten, so dass es je nach seiner grösseren Entwickelung dieselben öfters ganz einnimmt. Es gelangt daher bei den niederen Wirbelthieren nirgend in den Bereich des Antlitzes.

Bei den nackten Amphibien befindet sich an dieser Stelle das Auge, ohne dass die Schädelhöle Augengruben, wie bei den höheren Wirbelthieren,

formirt. Vorn und seitlich wird es bei den Fröschen von dem Gaumen-, Flügelbein und dem Oberkiefer begrenzt, bei den geschwänzten Batrachiern hauptsächlich nur von letzterem. Hinten reicht das Auge bei den Fröschen bis zum Ohrlabyrinth, und man sieht keine Spur einer hinterliegenden Schläfengrube. Bei den Tritonen bemerkt man zuweilen noch ein Analogon derselben. Daher erzeugt sich nun wieder, wie bei den beschuppten Amphibien, ein Scheidungs-Fortsatz, ein *Processus orbitalis posterior*, welcher das Auge von den Muskeln in der Schläfengrube trennt. Bei *Salamandrina attenuata* hat H. Rathke keine Spur vorgefunden (im Zoologischen Atlas von Eschscholtz Tab. XXI.). An älteren Individuen von *Triton cristatus* geht dieser *Processus orbitalis posterior* ungefähr von der Mitte des Scheitelbeines aus. Nach Cuvier's Angabe soll er am bedeutendsten bei *Triton Gesneri, punctatus* und *palmatus* sein. Bei *Triton torosus* nach H. Rathke (a. a. O. Tab. XXI. Fig. 15.) steht er, von dem hinteren Ende des Stirnbeines ausgehend, mit der *Pars petrosa* des Ohres in Verbindung.

§. 83. Bei den Gräthenfischen ist das Auge weit mehr durch Skelettheile gesichert, als bei den nackten Amphibien. Die eigenthümliche Entwickelung ihres Gesichtes macht, dass die vordere Begrenzung anders ausfällt als bei den Batrachiern. Die auf die ersten Seitentheile beschränkte Lagerung der Augen und die mangelhafte Ausbildung der Stirnbeine lassen wiederum eine von den höheren Wirbelthieren abweichende und modifizirte Ausführung in der Formirung der Augenhölen erwarten.

§. 84. Einen *Margo supraorbitalis* finden wir bei den Gräthenfischen nicht. Es wird dagegen das Auge gewöhnlich von oben durch die Stirnbeinschilder des Hautskeletes, von unten durch den aus Haut-Schuppen gebildeten Infraorbital-Ring geschützt. Vor und hinter den Augen sehen wir Erweiterungen der Schädelhöle als Begrenzungen auftreten.

Die vorderen Erweiterungen mit den Schädeltheilen, von welchen sie ausgehen, sind in der vergleichenden Anatomie die vorderen Stirnbeine genannt. Beide haben indessen sehr geringe Gemeinschaft mit der hier oft wenig ausgebildeten Schädeldecke und entsprechen ihrer Lage nach g a n z den Seitentheilen der Schädelhöle, so zwar, dass sie eigentlich das vorderste

Ende der ersten Seitentheile ausmachen, und die Erweiterungen selbst nur Fortsätze derselben formiren *).

Bei der Verknöcherung des ganzen ersten Seitentheiles sehen wir zuerst den erwähnten Fortsatz von dem sogenannten vorderen Stirnbeine, und dann die oberhalb dicht an die zweiten Seitentheile liegende Partie (grosser Keilbeinflügel nach Hallmann) ossifizirt; während der mittlere Theil oft gar nicht verknöchert, wie beim Hecht, gewöhnlich aber später als ein gesondertes Knochenstück (kleiner Keilbeinflügel nach Hall.), wie bei den Cyprinoiden. Im letzteren Falle sind die ersten Seitentheile jederseits aus drei knöchernen Stücken (das vordere Stirnbein, der kleine und grosse Keilbeinflügel) zusammengesetzt, von welchen die mittleren dicht über der Basis zu einer einfachen knöchernen Lamelle verschmelzen. Aehnliches haben wir auch bei den Fröschen, wo gleichfalls die Enden der ersten Seitentheile stärker ossifizirt werden als die Mitte, und aus diesem Grunde mit Unrecht verschieden benannt sind. Wir müssen uns daher wiederum gegen die Zersplitterung von typisch zusammengehörenden Stücken erklären und halten Alles, was die vordere Gehirn-Abtheilung von den Seiten schützt und vor der Ansatzstelle des ersten Visceralbogens (Quadratbein) gelegen ist, als zu dem ersten Seitentheile der Schädelhöle gehörig. Das vordere Stirnbein, der kleine und grosse Keilbeinflügel Hall. der Fische entsprechen also der Genese nach dem vorderen Keilbeinflügel der höheren Wirbelthiere. An ihrer Seite befindet sich das Auge, und der *Nervus opticus* und *olfactorius* treten am hinteren und vorderen Ende, wie bei allen Wirbelthieren, durch sie hindurch.

Die vor dem Auge befindliche Erweiterung der Schädelhöle geht also jederseits von dem ersten Seitentheile aus; sie bildet einen Fortsatz desselben. Sie scheidet die Augengruben von den Nasenhölen, und bildet an ihrem unteren und äusserem Rande zuweilen einen Gelenkkopf (Karpfen, Hecht), welcher die Beweglichkeit des Oberkiefers unterstützt. Fortsätze, welche vorn das Auge begrenzen, hat man bei den höheren Wirbelthieren *Processus orbitales anteriores* genannt. Diese Benennung nach der Funktion scheint mir

*) Auch die Thränenbeine können diese Knochenstücke nicht vorstellen, da erstere niemals an der Formirung der Schädelhöle selbst Antheil haben kann.

auch am passendsten für den vorliegenden Fall. Denn der Ort der Entstehung des *Processus orbitalis anterior*, ob er am Thränenbein, wie beim *Pterodactylus crassirostris Goldf.*, oder am Orbital-Randknochen, wie bei den Vögeln, oder am ersten Seitentheile des Schädels, wie bei den Fischen, zu suchen ist, hangt von der individuellen Form des Kopfes ab.

Hinter dem Auge befindet sich der zweite, kleinere Fortsatz. Der Schädeltheil, von welchem derselbe ausgeht, ist unter dem Namen hinteres Stirnbein bekannt. Indessen dehnt sich der erste Schädelwirbel nicht mehr bis in diese Gegend aus. Auch ist der Zusammenhang dieses sogenannten hinteren Stirnbeines offenbar nur mit dem Seitentheile der Schädelhöle, welchen Cuvier mit dem grossen Keilbeinflügel bezeichnet, und der seiner ganzen Lage nach wirklich dem hinteren Keilbeinflügel der höheren Wirbelthiere, nicht der *Pars petrosa* des Schläfenbeines, entspricht. Es sind daher die hinteren Stirnbeine vielmehr zu dem Schlussbogen des zweiten Schädelwirbels zu rechnen, welcher im Allgemeinen wenig ausgebildet, meist nur an den Verbindungsstellen mit den respektiven Seitentheilen verknorpelt, und behufs der Bildung von Gelenkflächen für das Quadratbein und von Fortsätzen für die Gruben an dem Schädel in zwei Stücken jederseits ossifizirt. Das vordere, verknöcherte Stück oder das sogenannte hintere Stirnbein erzeugt nun den genannten Fortsatz, welcher die Augenhöle von den Muskeln des Kieferapparates in der meist wenig ausgebildeten Schläfengrube scheidet. Wir nannten diesen Fortsatz mit der gleichen Funktion bei den übrigen Wirbelthieren, bei welchen er öfters von den Stirnbeinen (Säugethiere) oder auch von den ersten Seitentheilen (Vögel) ausgeht, den *Processus orbitalis posterior*. Unserer Ansicht nach scheint diese Benennung auch bei den Fischen am zweckmässigsten.

§. 85. Ausser dem *Processus orbitalis anterior* und *posterior*, bewirken die Augen bei sehr vielen Gräthenfischen noch eine ganz eigenthümliche Veränderung an der unteren Partie der zweiten Seitentheile und des dritten Wirbel-Körpers (Tab. III. Fig. 12.) der Schädelhöle. Die Augenhölen erweitern sich nämlich, um die Ursprünge mehrer Augenmuskeln zu beherbergen, über der Basis des zweiten Schädelwirbels hinweg bis in die Masse des dritten Wirbelkörpers, so dass letzterer öfters (Hecht) eine kegelförmige Höle

enthält, welche sich ungefähr bis zur Mitte erstreckt. Da, wo die Muskeln über dem zweiten Wirbelkörper liegen, bilden sich aus den zweiten Seitentheilen horizontale, nach innen gehende Fortsätze, welche ein gleiches Niveau mit der Oberfläche des dritten Wirbelkörpers annehmen, in den Mittellinien sich von beiden Seiten vereinigen und so das Gehirn vor den Muskel-Aktionen schützen.

Diese Erweiterung der Augenhölen giebt bei denjenigen Gräthenfischen, deren mittlere Gegend in den ersten Seitentheilen des Schädels unten zu einem *Septum interorbitale* verschmilzt (Hecht, Barsch etc.), Veranlassung zur Erzeugung eines einzelnen Knochenstückes, welches Hallmann unter der Benennung *Os sphenoideum superius* genau beschreibt. a. a. O. S. 56. 57. Ich kann jedoch diese Ansicht nicht theilen. Wo dieser Knochen auch vorkommen mag, immer dient er zur Bildung des *foramen opticum* von der hinteren Seite, während von vorn die mittlere Partie der ersten Seitentheile die Begrenzung macht. Eine solche Funktion ist dem Keilbeinkörper ganz fremd, und gehört vielmehr den ersten Seitentheilen des Schädelgewölbes an. Wir haben überdiess den vollständigen Keilbeinkörper darunter liegend, und so nehme ich denn keinen Anstand dieses Knochenstück als den ersten Seitentheilen zugehörig zu betrachten, welches nur durch die genannten Umstände zu einer isolirten Verknöcherung gelangt. Man muss sich daher diesen Knochen auch ganz so wie der mittleren Partie der ersten Seitentheile dieser Fische, als aus zwei seitlichen Stücken zusammengewachsen, denken, deren untere Partieen zu einer Lamelle verschmolzen, deren obere noch frei geblieben sind.

§. 86. Bei denjenigen Gräthenfischen, deren ganze Schädeldecke normal ossifizirt wird, bemerkt man ähnliche Fortsätze zur Begrenzung des Auges von hinten und vorn. Bei *Diodon*, *Tetraodon* gehen die *Processus orbitales anteriores* und *posteriores* von den hier vollständig ossifizirten Stirnbeinen aus. Doch konnte ich bei den Individuen, welche ich untersuchte, nicht entscheiden, ob dieselben Randknochen, oder ob sie wirklich nur Erweiterungen der Stirnbeine waren.

Bei *Muraena anguilla* findet man eine härtliche, durchscheinende Masse, welche das Auge vorn von der Nasengrube, hinten von der Schläfengrube

scheidet und überhaupt eine Art Höle für dasselbe bildet. Sie liegt an dem äusseren Rande des Stirnbeines, und bei alten Individuen beobachtet man knochenartige Stücke darin, welche ebenso durchscheinend sich darstellen, wie die Masse selbst. Die vordere Partie, welche die Stelle des *Processus orbitalis anterior* vertritt, erweitert sich um die Nasengruben herum, und auch hier sieht man solche durchscheinende Knochenstücke bei älteren Individuen entstehen. Diese härtliche, durchscheinende Masse mit ihren Knochenstücken hängt mit der Cutis gar nicht zusammen und kann daher zum Hautskelet nicht gehören. Gemäss der obigen Beschreibung ist sie auch dem Typus des Wirbelsystems zu fremd, und ich bin daher geneigt anzunehmen, dass sie zu den eigenthümlichen härteren Gebilden der höheren Sinnesorgane gerechnet werden muss.

§. 87. Unter den Knorpelfischen entwickelt die knorplige Schädelhöle beim Hay, der Chimära, beim Stör, ähnlich wie bei den höheren Wirbelthieren, sogar einen *Margo supraorbitalis*, welcher von der Schädeldecke ausgeht. Auch die Tendenz, das Auge von vorn und hinten zu sichern, erkennt man deutlich genug. An einem jungen Stör sehe ich den *Processus orbitalis anterior* ganz, wie beim Hecht, ausgebildet, und der *Processus orbitalis posterior* erscheint mir als ein knorpliges Stück, welches locker mit der knorpligen Schädeldecke in Verbindung steht und somit nach Analogie der Randknochen erzeugt war.

Beim Aal, Diodon, Tetraodon und den genannten Knorpelfischen konnte ich die Erweiterung der Augenhöle, nach hinten über die Basis des zweiten Schädelwirbels hinweg, nicht auffinden.

§. 88. Das Ohrlabyrinth übt bei den Fischen seinen Einfluss auf die Schädelhöle in einer anderen Art als bei den höheren Wirbelthieren aus, während die nackten Amphibien sich letzteren noch anschliessen.

Sowohl bei den geschwänzten als ungeschwänzten Batrachiern beeinträchtigt die Ausbildung der Ohr-Labyrinthe namentlich während der Ossification die zweiten Seitentheile des Schädels, so dass gemeinhin nicht eine Spur von ihnen erhalten bleibt, und die *Partes petrosae* in dem Schädelgewölbe ihre Stelle vertreten.

Bei den Fischen dagegen verhält sich das Ohrlabyrinth anders. An Jungen von *Blennius viviparus* finde ich das Urrudiment des Ohrlabyrinthes, das Ohrbläschen, aus häutiger Substanz gebildet, zwar in derselben Gegend wie bei den übrigen Wirbelthieren sich markirend, doch innerhalb des Schädels gelagert. Dabei sind die knorpligen Seitenwände des Schädelgewölbes an der Lagerungsstelle durchaus unversehrt geblieben. In der höheren Wirbelthier-Abtheilung und auch bei den nackten Amphibien ist um die Zeit der Chondrose das Ohrbläschen selbst am kräftigsten verknorpelt, und befindet sich ausserhalb der Schädelhöle. Es scheint daher, als ob das Ohrlabyrinth seiner wahrscheinlichen Genese zu Folge bei den Fischen in der Schädelhöle verbleibt, und aus diesem Grunde sich auch weniger kräftig durch Hartgebilde schützt. Demgemäss haben wir denn auch hier nicht mehr eine *Pars petrosa* des Schläfenbeines zu suchen, sondern die Seitentheile des zweiten und dritten Schädelwirbels stützen, mehr oder weniger durch Erweiterungen ihrer Substanz an der inneren Fläche, zur Genüge das meist in der Schädelhöle freiliegende Labyrinth des Gehörorganes. Ausser diesen geringen Veränderungen an der inneren Fläche bleiben die genannten Seitentheile unversehrt, und namentlich die des zweiten Schädelwirbels werden vollkommener verknöchert vorgefunden, als bei den übrigen Wirbelthieren. Das Zurückbleiben des Ohrlabyrinthes innerhalb des Schädelgewölbes hat indess eine Erweiterung desselben in der hinteren Partie zur Folge, und diesem Verhalten schreibe ich die Entstehung eines Knochens zu, welchen wir nur bei den Säugethieren allein evident nachweisen konnten, nämlich das *Os mastoideum*. Bei beiden Thier-Klassen liegt dieser Knochen zwischen dem zweiten und dritten Wirbel auf dem Uebergange der oberen Schlussstücke zu den Seitentheilen. Bei den Säugethieren verhindert die *Pars petrosa* des Schläfenbeines die Verbindung mit den hinteren Keilbeinflügeln; bei den Fischen fällt dieses weg, und das *Os mastoideum* grenzt auch unmittelbar an die Seitentheile des zweiten Schädelwirbels. Das *Os mastoideum* der Fische erzeugt auch einen *Processus mastoideus*, ebenso wie bei den Säugethieren. Es erscheint übrigens von aussen gewöhnlich viel grösser, als seine wirkliche Theilnahme an dem Schädelgewölbe ist.

Der genannte Fortsatz, auf den wir noch später zurückkommen, ist die Ursache hievon*).

§. 89. Auch die Geruch-Labyrinthe zeigen, abgesehen von den typischen Veränderungen (Gesicht), zuweilen einen besonderen Einfluss auf die vordere Partie des ersten Schädelwirbels. So ist die eigenthümliche Ausbildung des *Processus orbitalis anterior* bei den Fischen zum Theil auch durch sie bedingt. Bei den Tritonen entwickelt sich, wie wir dieses im ersten Theile beschrieben, ein merkwürdiger, horizontaler Fortsatz (sog. Vomer) von dem ersten Seitentheile, und unterstützt die Bildung der Nasenhölen.

§. 90. Eine zweite Reihe von äusseren Einwirkungen auf das Schädelgewölbe entsteht durch die Gebilde der Visceralhöle. Die Veränderungen beziehen sich auf den zweiten und dritten Schädelwirbel.

§. 91. Bei den höheren Wirbelthieren hatten wir die Kiefermuskeln, welche namentlich bei den beschuppten Amphibien die kräftige Ausbildung einer *Fossa temporalis* hervorriefen. In der niederen Wirbelthier-Abtheilung ist im Allgemeinen diese Tendenz weniger bemerkbar, weil die Aktionen des unteren Kiefer-Apparates gegen den oberen, zum Kauen und kneifzangenartigen Ergreifen der Nahrungsstoffe, hier nicht mehr so deutlich hervortreten.

Unter den nackten Amphibien sehen wir besonders bei den Fröschen die Kiefer-Apparate schwach entwickelt, so zwar, dass an den unteren Kiefern die Zähnchen gemeinhin fehlen. Daher bemerkt man bei ihnen gar keine Spur einer *Fossa temporalis.* Die wenigen Muskeln, welche den unteren Kiefer aufheben, entspringen von der *Pars petrosa* und dem Quadratbein

*) Das Ohrlabyrinth (*Pars petrosa*) verhält sich demnach folgendermaassen durch die Wirbelthierklassen hindurch. Bei den Säugethieren verwächst es mit der *Pars squamosa*, *mastoidea* und *tympanica*, und bildet mit diesen das Schläfenbein. Bei den Vögeln fehlt gewöhnlich die *Pars mastoidea*, und immer die *tympanica*; das Schläfenbein wird also nur durch die *Pars squamosa* und *petrosa* zusammengesetzt. Bei den beschuppten und nackten Amphibien fehlen die *Part. squamosa*, *mastoidea*, und die *Pars tympanica* richtet sich der Genesis gemäss nach dem Quadratbein: das Schläfenbein wird daher nur von der *Pars petrosa* und dem Scheitelbeine gebildet. Bei den Fischen findet die innige Verschmelzung des Gehörlabyrinthes mit anderen Theilen nicht mehr Statt. Die *Pars tympanica* dient als *Praeoperculum* und die *P. mastoidea* nur als Schlussstück im dritten Schädelwirbel.

mit seinem *Os tympanicum.* Wahrscheinlich hangt mit der Larven-Metamorphose diese geringe Ausbildung der *Fossa temporalis* und der Kiefer-Muskeln zusammen, da auf diese Weise am leichtesten der Rückzug des Quadratbeinknorpels bewerkstelligt werden konnte. Bei den geschwänzten Batrachiern kommt die Schläfengrube gleichzeitig mit dem kräftigeren Wirken des unteren Kiefers wieder zum Vorschein. Es zeigt sich dieselbe an dem Auftreten des *Processus orbitalis posterior,* welcher sie von der Augenhöle scheidet. Wir erwähnten schon früher, dass dieser hintere Augenfortsatz beim *Triton torosus* ganz ausgezeichnet entwickelt ist, und dass man nur bei der *Salamandrina attenuata* gar keine Spur davon vorfindet. Hinten wird die Schläfengrube auch hier durch die stark hervortretende *Pars petrosa* abgegrenzt.

Die allgemeinen Gesetze über die gegenseitige Beschränkung der Schläfen- und Augengruben gelten übrigens, wie bei den höheren Wirbelthieren, auch bei den niederen.

§. 92. Auch bei den Gräthenfischen ist die Schläfengrube nicht in der Art ausgeprägt, wie bei den höheren Wirbelthieren. Die Fresswerkzeuge haben hier weniger die Tendenz zum kneifzangenartigen Erfassen der Nahrungsstoffe, und die Muskeln des unteren Kiefer-Apparates finden an dem erweiterten Quadratbeine hinlänglichen Raum. Nur bei denjenigen Gräthenfischen, welche mit der vollständigeren Ossifikation der Schädelhöle auch eine kräftigere Aktion der Kiefer verbinden, sehen wir, wie bei den übrigen Wirbelthieren, auch die Schläfengrube wiederum an der Schädelhöle deutlicher abgezeichnet; so beim Aal, Diodon, Tetraodon etc. Bei den übrigen Gräthenfischen liegt in der unbedeutenderen Schläfengrube die Gelenkfläche für das Quadratbein. Hinter der *Fossa temporalis* befindet sich bei den Fischen ausserdem noch eine zweite Grube, welche entweder für die Muskeln des *Os pharyngeum superius,* wie bei den Cyprinoiden, oder für die Muskeln zur Befestigung des Brustgürtels an den Schädel (Barsch, etc.) bestimmt ist. Je nach dem verschiedenen Zwecke ist auch die Konstruktion dieser Grube etwas modifizirt. Beide Gruben, die letzt genannte und die Schläfengrube, beschränken sich in ihrer Ausdehnung, so zwar, dass bei Diodon, Tetraodon, Aal, bei welchen die *Fossa temporalis* vorzugsweise entwickelt wird, die Grube für die Muskeln des Brustgürtels beinahe gar nicht zu bemerken ist.

§. 93. Die Begrenzung dieser Gruben (S. Tab. III. Fig. 9. 13.) anlangend, haben wir schon früher erwähnt, dass die *Fossa temporalis* vorn durch den *Processus orbitalis posterior* von der Augenhöle geschieden wird. Dieser Fortsatz geht von dem vorderen ossifizirten Stück des oberen Schlussbogens im zweiten Schädelwirbel ab, welches mit Unrecht das hintere Stirnbein genannt wird. Die hintere Begrenzung der Schläfengrube, und die gleichzeitige vordere der Grube für die Muskeln des Brustgürtels und des *Os pharyngeum superius* (Cyprinoiden), macht ein Fortsatz, welcher von der hinteren ossifizirten Partie des oberen Schlussstückes im zweiten Schädelbogen sich entwickelt. Man hat diesen Fortsatz nebst dem Schädeltheile, von welchem er ausgeht, für die Schuppe des Schläfenbeines der höheren Wirbelthiere (Vögel, Säugethiere) erklärt. Ich finde keinen Grund zu der Annahme eines Knochens, welcher schon bei den beschuppten und nackten Amphibien nicht mehr sichtbar wird. Die Bildung des *Processus orbitalis posterior* und des letztgenannten Fortsatzes erscheinen mir gewissermaassen als Veranlassung zum Entstehen, sowohl des sogenannten hinteren Stirnbeines als der Schuppe des Schläfenbeines. Beide Knochen gehören ihrer ganzen Lagerung nach, wie schon erwähnt wurde, zu dem oberen Schlussstücke des zweiten Schädelwirbels, welches bei den Gräthenfischen gewöhnlich mangelhaft ausgebildet ist. Der Fortsatz der sogenannten Schuppe des Schläfenbeines entspricht seiner Funktion nach dem *Processus temporalis posterior* der übrigen Wirbelthiere. Beim Aal ist dieser Fortsatz ein gesonderter Randknochen, welcher an der Vereinigungsstelle der Stirn- und Scheitelbeine von daselbst befindlichen schmäleren Randknochen ausgeht.

Die beiden Knochenstücke des oberen Schlussstückes im zweiten Schädelwirbel bilden bei den Gräthenfischen gewöhnlich gemeinschaftlich die Gelenkfläche für das Quadratbein, und der *Processus orbitalis* und *temporalis posterior* befindet sich oberhalb in der Nähe derselben. Beim Aal, Diodon, Tetraodon, wo die Schläfengrube sehr gross, die Augenhöle, besonders aber die Grube für die Muskeln des Brustgürtels kleiner ist, sieht man nur den *Processus temporalis posterior* mit dem hinterliegenden *Processus mastoideus* an der Gelenkfläche, während der hintere Augenfortsatz oder die vikariirenden Theile an den Stirnbeinen liegen. Beim Dorsch sind die Augenhölen

ausgebildeter, und auch die Schläfengrube nicht unbedeutend. Hier sieht man die Gelenkfläche in der Nähe des *Processus orbitalis posterior*, und der Schläfenfortsatz ist weiter nach hinten gerückt, wobei die verhältnissmässig geringere Ausbildung der Grube für die Muskeln des vorderen Rumpfgürtels zu Hilfe kommt.

§. 94. Hinter der Schläfengrube liegt nun die Grube für die Muskeln, welche den Brustgürtel oder das *Os pharyngeum superius* an den Schädel befestigen. Ihre vordere Begrenzung macht der *Processus temporalis posterior*, ihre hintere ein Fortsatz des *Os mastoideum*, der *Processus mastoideus*. An dem unteren Rande des letzteren befindet sich nun noch ein Fortsatz von den Seitentheilen des dritten Schädelwirbels. Dieser Fortsatz entspricht seiner Ursprungsstelle nach dem *Processus jugularis* der höheren Wirbelthiere. Bei denjenigen Gräthenfischen, bei welchen die hinter der *fossa temporalis* gelegene Grube für die Muskeln des *Os pharyngeum superius* (Cyprinoiden) bestimmt ist, vereinigt sich der *Processus jugularis* inniger mit dem *Proc. mastoideus*, und macht die hintere Begrenzung dieser Grube mit ihm gemeinschaftlich. Beide setzen sich ausserdem oberhalb mit dem *Proc. temporalis posterior* in Verbindung, und bilden so eine Brücke über der Grube. Beim Barsch, Dorsch, Hecht etc., bei welchen die Muskeln des Brustgürtels kräftiger befestigt werden sollen, vereinigt sich der *Processus jugularis* inniger mit dem *Processus temporalis posterior*, und unterstützt letzteren in der Bildung einer vorderen Begrenzung dieser Grube, während der *Processus mastoideus* allein die hintere Grenze formirt. — Bei *Silurus glanis* finde ich die eben besprochene Grube in keiner Art ausgeprägt.

§. 95. Es sind also an den Seitenwänden der Fischschädel im Allgemeinen drei Gruben zu bemerken. Die Augenhöle, die *Fossa temporalis* und diejenige Grube, in welcher mehre Muskeln den Brustgürtel oder das *Os pharyngeum superius* an den Schädel befestigen. Sie liegen der Reihe nach hintereinander und werden durch vier Fortsätze, den *Processus orbitalis anterior*, *posterior*, den *Processus temporalis posterior* und *Proc. mastoideus* begrenzt. Von geringerer Wichtigkeit ist die Produzirung des Stachelfortsatzes an der Schuppe des Hinterhauptsbeines durch die Rumpf-Muskeln.

Unter den Knorpelfischen habe ich die analogischen Veränderungen an der äusseren Seitenwand des Schädels nur beim Stör gesehen. Die Fortsätze sind hier natürlich im knorpligen Zustande vorhanden.

Kapitel VII.

Die Visceralhöle der niederen Wirbelthier-Abtheilung.

Die typische Konformation.

§. 96. Die Kopf-Visceralhöle wird, wie bei den höheren, so auch bei den niederen Wirbelthieren durch Visceralbogen, welche durch Visceralspalten getrennt werden, konformirt. Letztere entwachsen gleichfalls zuerst als Visceralfortsätze dem ursprünglichen Visceralstreifen jederseits, und durch die Vereinigung derselben wird der entsprechende Bogen gebildet. Es ist nun allen niederen Wirbelthieren gemein, dass solcher Visceralbogen nur zwei, entsprechend dem ersten und zweiten Visceralbogen der höheren Wirbelthiere, sich entwickeln, und dass statt des dritten nur ein analogisches Gebilde, der Kiemenbogen-Träger, durch die Vereinigung der Visceralröhre des Kopfes und Rumpfes, produzirt wird. Ausser dieser Eigenthümlichkeit unterscheidet sich auch der erste Visceralbogen in seiner Ausbildung von dem der höheren Wirbelthier-Abtheilung. Mit dem Mangel der Gesichtskopfbeuge ist zugleich die Bedingung einer ursprünglichen Ausbildung des ersten Visceralbogens nach vorn und oben aufgehoben; es fehlt das Gaumen- und Flügelbein. Derselbe formirt daher bei den niederen Wirbelthieren einen ebenso einfachen Halbbogen, wie der hinter ihm liegende zweite und die beiden hinteren der höheren Wirbelthier-Abtheilung. Er gleichet seiner Lage und Form nach der gerade heruntersteigenden Partie des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere, welche nur das Quadratbein und den Meckelschen Knorpel mit ihren Aussengebilden entwickelt.

Die auf diese Weise konformirte Kopf-Visceralhöle der niederen Wirbelthiere verläuft, wie die obere Röhre des Kopfwirbelsystems oder die Schädelhöle, in einer einfachen, geraden Längenrichtung. Es fehlt die Gesichts-Kopfbeuge, und der erste Visceralbogen wird nun nicht durch Vermittelungsglieder (Gaumenbein, Flügelbein) mit den Geruchhölen in engere Verbin-

dung gebracht, sondern verbleibt, wie auch der erste Schädelbogen, dem hinterliegenden Kopfwirbelsystem näher gestellt. Demgemäss werden wir auch nun den ersten Visceralbogen nicht mehr bei dem Gesichte abhandeln, sondern hier bei der Visceralhöle, welcher er ursprünglich angehört.

§. 97. Mit der Eigenthümlichkeit in der Bildung der einzelnen Urbestandtheile der Kopf-Visceralhöle zeigt sich auch im Einklange die spätere Funktion derselben. Wir haben bei den niederen Wirbelthieren nicht mehr zwei sich absondernde Abtheilungen der Kopf-Visceralhöle, von welchen die vordere mit den Geruchhölen in engere Beziehung tritt, sondern dieselbe hat in ihrer ganzen Ausdehnung vielmehr einen einfachen Zweck: die Aufnahme von Nahrungsstoffen, doch meist ohne ein gewaltsames Erfassen. Im Allgemeinen entspricht sie also in ihrer Funktion der vorderen Abtheilung der Kopf-Visceralhöle in der höheren Wirbelthier-Abtheilung, und ist demnach Mundhöle, oder, wenn man will, Rachenhöle zu nennen. Die Schlundbewegungen beginnen erst hinter der Kopf-Visceralhöle in dem Pharynx. Dieser Uebergang des Kopftheiles des vegetativen Systems zu der Rumpf-Abtheilung wird ganz passend bei den niederen Wirbelthieren durch das Analogon des dritten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere, durch den Kiemenbogenträger vermittelt, welcher bei den Fischen an seinem hinteren Ende die *Ossa pharyngea* entwickelt.

§. 98. Interessant ist es zu beobachten, wie bei den niederen Wirbelthieren, gemäss der Entwickelungsgeschichte des Kopfes, mit der Trennung der Visceralhöle von der Geruchhöle auch die Bildung der Mundöffnung den Bestandtheilen des Gesichtes *sensu strictiori* allmählig entzogen, und von der Visceralhöle des Kopfes allein übernommen wird. Bei den ungeschwänzten Batrachiern ist dieses noch wenig zu bemerken, und ihre Larven-Metamorphose bringt sie sogar in dieser Hinsicht den höheren Wirbelthieren näher: sie erhalten ein Gaumen- und Flügelbein. Bei den geschwänzten Batrachiern sehen wir diese Erscheinung schon deutlicher, doch trägt der obere Kiefer-Apparat noch immer zur Mundbildung bei. Bei den Fischen nimmt der obere Kiefer schon nicht mehr Antheil an der Formirung der Mundöffnung. Nur der obere Zwischenkiefer tritt noch als obere Mund-Begrenzung auf (Aal, Silurus). Bei den Knorpelfischen ist es sehr fraglich, ja ich glaube sogar,

dass hier nirgend mehr die Bildungstheile der Geruchhölen an der Formirung der Mundöffnung Theil haben. Indessen bleibt die Entwickelungsgeschichte noch immer die Richterin über die eben ausgesprochene Ansicht.

§. 99. Auch die Theilnahme der unteren Nasenhölenwand an der oberen Decke für die Kopf-Visceralhöle nimmt in gleichem Grade ab. Bei den nackten Amphibien schliesst sich noch die untere Nasenhölen-Wand, von der Gesichtsbasis, den oberen Kiefern, Zwischenkiefern etc. gebildet, an die eigentliche obere Decke der Kopf-Visceralhöle, an die Schädelbasis, an; alle diese Theile zusammen bilden also gewissermaassen die Gaumendecke der niederen Wirbelthiere. Bei den Gräthen-Fischen verbleibt nur noch die Gesichtsbasis (Vomer) mit den Wirbelkörpern des Schädels in dieser Funktion, und die oberen Kiefer und Zwischenkiefer liegen vielmehr zur Seite. Bei den Knorpelfischen (Stör) steht wiederum die Frage, ob die härteren, wenig mit dem Schädel zusammenhangenden Gaumenplatten nicht vielmehr Gebilde des Schleimblattes sind, als Knochenstücke der unteren Nasenhölen-Wand. Durch die Beobachtung, dass bei den jungen Tritonen und auch bei den Froschlarven sich wirklich härtere Skelettheile aus dem Schleimblatt bilden, und für die noch nicht vollkommen entwickelte untere Nasenhölen-Wand vikariirend fungiren, kann die obige Annahme nicht mehr so befremden.

Die Veränderungen der Visceralhöle des Kopfes bei den niederen Wirbelthieren.

Wir theilen die niederen Wirbelthiere gemäss ihrer Ausbildung der Kopf-Visceralhöle in zwei Haupt-Abtheilungen: in die ungeschwänzten Batrachier, und in die geschwänzten Batrachier sammt den Fischen.

Die Andeutungen dieses verschiedenen Verhaltens der Visceralhöle des Kopfes werden schon früh bemerkbar, daher wir Manches, was noch zur typischen Konformation gehört, unter vorliegende Rubrik bringen müssen.

D i e F r ö s c h e.

§. 100. Die Frösche sind diejenigen Thiere, welche in der Entwickelung ihrer Kopf-Visceralhöle den so höchst interessanten und merkwürdigen Uebergang der niederen Wirbelthier-Abtheilung zu der höheren bilden, und diesen Stand ihrer eigenthümlichen Larven-Metamorphose verdanken. Wir

wollen hier nur die Hauptpunkte dieser Eigenthümlichkeit der Frösche anführen, da im ersten Theile die genaueren Details abgehandelt sind.

Begünstigt von der noch geringen Ausbildung des Auges, und zum Theil auch von der gleich anfangs freier von dem Eiweisskörper sich erhebenden Rückenplatte, dehnt sich der Visceralstreifen des Kopfes, wie bei den höheren Wirbelthieren, bis zu dem vorderen Ende des ersten Schädelwirbels aus. Demgemäss wächst auch der erste Visceralfortsatz mit einer oberen breiteren Basis, welche sich mehr an dem vorderen Ende des ersten Schädelwirbels befindet, hervor, und verbindet sich mit dem der anderen Seite zu dem ersten Visceralbogen. Derselbe bildet, wie bei allen übrigen niederen Wirbelthieren, einen einfachen Halbbogen; nur die Anheftungsstelle an den Schädel ist vorgerückt; und das ist, was die Visceralhöle des Frosches von der der übrigen niederen Wirbelthiere ursprünglich auszeichnet, und eine Abscheidung auch durch die späteren Folgen nothwendig macht. Die Bildung des zweiten Visceralbogens ist durchaus gar nicht von der der höheren und übrigen niederen Wirbelthieren abweichend. Von den letzteren unterscheidet sich der Frosch auch nicht in der Hervorbildung des Kiemenbogenträgers.

Die ungeschwänzten Batrachier durchleben nur zwei Zustände: zuerst eine Larvenzeit, in welcher die Kopf-Visceralhöle in ihrer Ausbildung mehr den Typus der niederen Wirbelthiere darlegt, und dann nach der Larven-Metamorphose als entwickelte Thiere einen Zustand, in welchem dieselben dem Typus der höheren Wirbelthiere sich nähern.

§. 101. Nach dem Typus der niederen Wirbelthiere verwächst nun bei der Forschlarve die erste Visceralspalte gänzlich, und die zweite bildet sich zur äusseren Kiemenspalte oder zum Kiemenloche um. In dem ersten Visceralbogen entwickeln sich während der Chondrose, in welchem Zustande die Larve allein verbleibt, nur der Meckelsche und Quadratbein-Knorpel. Die unmittelbar an dem Schädel anliegende Partie markirt sich als ruhende Bildungsmasse, ohne Gaumen- und Flügelbein zu erzeugen. Das Vereinigungsstück der Meckelschen Knorpel individualisirt sich, um als uneigentlicher unterer Zwischenkiefer zu fungiren, und mit dem oberen Zwischenkiefer allein die Mundbegrenzung zu bilden. Im zweiten Visceralbogen ruhen anfangs die oberen Abtheilungen, und in der unteren bildet sich der Zungenbeinkörper

und die Zungenbein-Suspensoria, welche letztere die *Membrana branchiostega* tragen. Der Zungenbeinkörper steht in enger Verbindung mit dem Kiemenbogenträger und unterstützt jetzt den letzteren in seiner Funktion.

§. 102. Durch die Larven-Metamorphose machen die ungeschwänzten Batrachier den Uebergang zu den höheren Wirbelthieren. Es erzeugen sich in der ruhenden Bildungsmasse des ersten Visceralbogens das Gaumen- und Flügelbein, welche beide nach und nach durch den eigenthümlichen und merkwürdigen Rückzug des Quadratbeinknorpels auch eine ähnliche Lage, wie die gleichbenannten Knochen der höheren Wirbelthiere, erhalten; obschon der ganze erste Visceralbogen ursprünglich einen geraden nach unten verlaufenden Halbbogen bildet. Die obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens verschwindet entweder ganz (*Bufo igneus*), oder entwickelt, analog dem Steigbügel und der Columella der höheren Wirbelthiere, Gehörknöchelchen. Die Zungenbein-Suspensoria treten, sich an den Schädel befestigend, in ihre eigentliche Funktion ein. Dies thut auch der Zungenbeinkörper und wird darin von dem Kiemenbogenträger unterstützt. Während ein äusseres Ohr und ein äusserer Gehörgang in der niederen Wirbelthier-Abtheilung nicht mehr auftritt, so entwickelt sich bei den Fröschen dennoch aus der zweiten Visceralspalte öfters eine Eustachische Trompete, zuweilen auch eine Trommelhöle.

Die Bildung des Kopfgürtels an der äusseren Fläche des ersten Visceralbogens (Quadratbein- und Meckelscher Knorpel) geht in gleicher Weise, wie bei den höheren und übrigen niederen Wirbelthieren, vor sich. Nur sind die ungeschwänzten Batrachier, ausser den niederen Knorpelfischen, vielleicht die einzigen Thiere, welche ganz evident keinen eigentlichen unteren Zwischenkiefer besitzen. Die frühe Individualisation des uneigentlichen unteren Zwischenkiefers der Larve scheint der Grund hievon zu sein.

Die geschwänzten Batrachier und Fische.

§. 103. Die geschwänzten Batrachier und Fische geben uns das reinere Bild des ursprünglichen Verhaltens der Kopf-Visceralhöle bei den niederen Wirbelthieren. Ihr erster Visceralbogen ist mit der gerade nach unten verlaufenden Partie des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere zu vergleichen, und hat auch, wie jene, ihre Anheftungsstelle an dem hinteren

Ende des ersten und grössten Schädelwirbels. Der zweite Visceralbogen unterscheidet sich in der ersten Anlage von dem gleichen der höheren Wirbelthiere gar nicht. Statt des dritten aber haben wir bei den niederen Wirbelthieren den Kiemenbogenträger.

§. 104. Es ist nun bei der Individualisation und den dadurch hervortretenden Veränderungen der Kopf-Visceralhöle zu bemerken, dass bei den genannten niederen Wirbelthieren das Gehörorgan seinen Einfluss auf dieselbe mehr oder weniger verliert. Auch die Zunge tritt nur noch bei den geschwänzten Batrachiern hervor. Dagegen ist den niederen Wirbelthieren der Kiemen-Apparat eigenthümlich und von der grössten Wichtigkeit für die Kopf-Visceralhöle. Die Formirung der Mundöffnung durch den ersten Visceralbogen ist allen Wirbelthieren gemein, die Ausbildungsweise jedoch verschieden.

§. 105. Diesem gemäss schliesst sich die erste Visceralspalte vollständig, die zweite dagegen verwandelt sich in die Kiemenspalte, in welcher die Kiemenbogen gelagert sind, und durch ein von der äusseren Fläche des zweiten Visceralbogens sich entwickelndes Gebilde (*Membrana branchiostega, operculum branchiarum*) geschützt werden. Bei den Fischen ist dieser Zustand bleibend. Bei mehren geschwänzten Batrachiern (Tritonen, Salamander etc.) schwindet im entwickelten Thiere der Kiemen-Apparat, die Athmung geschieht nur durch Lungen, es schliesst sich die Kiemenspalte, die *Membrana branchiostega* verwächst mit der Visceralplatte des Rumpfes, und die sich entwickelnde Zunge gebietet über die Veränderungen der Visceralhöle des Kopfes. Bei Proteus etc. bestehen neben den Lungen noch mehr oder weniger die Kiemen. Hier schliesst sich die Kiemenspalte auch weniger vollständig, und die Zunge ist kaum als Anlage vorzufinden.

§. 106. Nach diesen Verhältnissen richtet sich nun auch die Ausbildung der Skelettheile. Der erste Visceralbogen der niederen Wirbelthiere gleicht der gerade heruntersteigenden Partie desselben bei den höheren. Daher zerfallen die Hartgebilde auch jederseits nur in zwei Haupt-Abtheilungen. Die dem Schädel anliegende, knorplige obere Abtheilung entspricht dem Quadratbein, die untere dem Meckelschen Knorpel. Die genetische Bedeutung sowohl, als die Lage und Funktion dieser Knorpel stimmt ganz mit den gleichnamigen Theilen bei den höheren Wirbelthieren überein. Nur die

bewegliche Anheftung des Quadratbeines an den Schädel der Fische ist nicht an das Ohr-Labyrinth, welches innerhalb des Schädels verbleibt, sondern da, wo das obere Schlussstück (hinteres Stirnbein und die sogenannte Schuppe des Schläfenbeines) und die Seitentheile des zweiten Wirbels der Schädelhöle zusammentreffen.

Es entwickeln sich auch in gleicher Weise Aussengebilde; an dem Quadratbein-Knorpel das *Os tympanicum*, an dem Meckelschen der untere Kiefer und Zwischenkiefer. Diese Belege-Knochen beobachten auch dasselbe Verhalten zu ihren knorpligen Grundlagen, wie bei der höheren Wirbelthier-Abtheilung. Sie bilden den Kopfgürtel des ersten Visceralbogens, und das Paukenbein befestigt und unterstützt das Quadratbein. Die Funktion, das Paukenfell zu tragen, geht natürlich verloren. Dafür tritt bei den Fischen (*Praeoperculum*), wie wir gleich sehen werden, eine neue Bestimmung ein, nämlich: das Quadratbein in der Befestigung des knöchernen Kiemendeckels zu unterstützen. Doch die Gelenkbildung mit dem Meckelschen Knorpel bleibt immer allein dem Quadratbein überlassen.

Der untere Kiefer und Zwischenkiefer bildet sich bei den niederen Wirbelthieren wiederum vorzugsweise aus; während der Meckelsche Knorpel bald mehr bald weniger reduzirt wird, stets sich aber als Gelenkkopf des unteren Kiefer-Apparates erhält und so die Verbindung mit dem Quadratbein bewerkstelligt.

§. 107. Auch die Hartgebilde des zweiten Visceralbogens zerfallen im knorpligen Zustande in zwei Abtheilungen. Die obere derselben schwindet bei dem Mangel aller Gehörknöchelchen *) entweder gänzlich, oder sie erhält sich nur als ein Knorpelstück (*Processus styloideus ossis hyoidei* der Fische), welches die untere Abtheilung des Quadratbeines befestigt.

Die untere, knorplige Abtheilung des zweiten Visceralbogens, welche, bald selbstständig, bald durch ein rudimentäres Knorpelstück der oberen an das Quadratbein oder an die *Pars petrosa* (Tritonen) befestigt wird,

*) Dass die sogenannten Gehörknöchelchen mehrer Gräthenfische der Genesis nach mit der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens in Verbindung stehen, scheint mir wegen der eigenthümlichen Lage dieser Knochenstückchen nicht wahrscheinlich.

verbindet sich auch hier durch ein gesondertes, einzelnes Zwischenstück mit dem der anderen Seite, und entspricht genetisch dem vorderen Horne und Körper des Zungenbeines der höheren Wirbelthiere. In dieser Bedeutung sehen wir es bei den geschwänzten Batrachiern wiederum vollkommen da eintreten, wo die Kiemenbogen und Kiemen gänzlich verschwinden. Es wird dann von dem rudimentären Kiemenbogenträger, ähnlich einem hinteren Horn des Zungenbeines, in dieser Funktion noch unterstützt. Beim Proteus, wo die Kiemenbogen und Kiemen nicht vollständig reduzirt werden, die Lungen-Athmung nebenbei besteht, und die Zunge äusserst wenig entwickelt ist, beobachtet man auch keine entschiedene Bedeutung der genannten Skelettheile. Bei den Fischen dagegen verbleiben Kiemen und Kiemenbogen, und die Zunge ist als nicht vorhanden zu betrachten. Hier behält die untere Abtheilung des zweiten Visceralbogens die Bedeutung, welche sie bei den mit Kiemen versehenen jungen Tritonen hat: sie ist ein Suspensorium des Kiemenbogenträgers, und somit der Kiemenbogen und Kiemen selbst.

Bei den niederen Wirbelthieren entwickeln sich, wie an dem ersten Visceralbogen bei allen Wirbelthieren, so auch hier an dem zweiten härtere Aussengebilde, welche einen zweiten Kopfgürtel formiren. Es zeigt sich in der Kiemendeckel-Wulst der Vögel schon ein Analogon hievon, doch bleibt dieselbe bei ihnen nur von Wichtigkeit für die Konformation der Visceralhöle des Rumpfes. Bei den nackten Amphibien haben wir in dem häutigen Kiemendeckel (*Membrana branchiostega*) dieses in den entwickelten Individuen verschwindende Analogon in einer Bedeutung, welche erst bei den Fischen, durch *Radii branchiostegi* gestützt, bleibend wird, und selbst noch durch Aussengebilde an der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens (*Operculum*, *Sub-* und *Inter-Operculum*) sich vergrössert. Also das *Operculum*, *Sub-* und *Inter-Operculum* sammt den *Radii branchiostegi* formiren bei den Fischen an dem zweiten Visceralbogen einen Kopfgürtel, wie das Paukenbein (*Praeoperculum*) und der untere Kiefer und Zwischenkiefer an dem ersten bei allen Wirbelthieren.

§. 108. Das Analogon des dritten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere, der Kiemenbogenträger, variirt in seiner Ausbildung und Zusammensetzung. Immer aber steht er vorn in enger Verbindung mit dem Zungen-

beinkörper, und läuft nach hinten, indem er zu den Seiten die Kiemenbogen aufnimmt, in den letzten uneigentlichen Kiemenbogen aus, an welchem sich nie ein Aortenbogen befindet. Ueber das Verhalten des Kiemenbogenträgers und der Kiemenbogen bei den nackten Amphibien haben wir die näheren Details im ersten Theile vorliegender Schrift niedergelegt. Wir zeigten daselbst auch, dass nach dem Hinschwinden der Kiemen, der Theil, an welchem die Kiemenbogen unmittelbar befestigt sind, gleichfalls mehr oder weniger verkümmert, und dass das übrig gebliebene Rudiment mit dem letzten uneigentlichen Kiemenbogen zur Assistenz des Zungenbeines erhalten bliebe. Bei den Fischen entwickelt diese letzte analogische Partie des Kiemenbogenträgers das *Os pharyngeum inferius.* Sie erweitert sich bei ihnen aber auch bis an den Schädel, und bildet dann die *Ossa pharyngea superiora.* Uebrigens greifen bei den Fischen der Kiemenbogenträger und die Kiemenbogen weit inniger in einander als bei den nackten Amphibien, so dass ich gegenwärtig, bei dem Mangel an Erfahrungen aus der Genesis dieser Theile, genau die beiderseitigen Grenzen zu bestimmen nicht im Stande bin. —

Zur Bestätigung dessen, was wir im Allgemeinen über die Bildungs-Gesetze und deren Veränderungen an der Kopf-Visceralhöle der niedern Wirbelthiere gesagt haben, verweisen wir, hinsichtlich der geschwänzten Batrachier, auf die Entwickelungsgeschichte des Kopfes derselben im ersten Theile. Zur Einsicht in die eigenthümliche doch im Wesentlichen nicht abweichende Ausbildung des ersten und zweiten Visceralbogens der Fische, möge dem geneigten Leser die Beschreibung der Kopf-Visceralhöle eines jungen *Blennius viviparus* dienen, welchen ich der Güte des Herrn Medizinal-Rath Rathke verdanke.

Die Kopf-Visceralhöle eines jungen *Blennius viviparus.* (Tab. III. Fig. 7. 8.)

§. 109. Der erste Visceralbogen ist in seiner knorpligen Beschaffenheit vollständig vorhanden. Er zerfällt jederseits in zwei Haupt-Abtheilungen, welche gelenkig mit einander in Verbindung stehen. Die obere Abtheilung lässt jederseits drei Stücke erkennen. Das oberste, beinahe kreuzförmig, liegt unmittelbar an den Seitenwänden des zweiten Schädelwirbels. Die nach hinten hervorstehende Knorpel-Partie trägt das leicht kenntliche, knöcherne *Operculum.* Sein unteres Ende geht, mehr durch eine weissliche Linie als

leicht trennbar geschieden, in das zweite Stück über, welches von länglicher Form nach unten spitz ausläuft, und an seinem oberen Ende den obersten Knorpel des zweiten Visceralbogens trägt. Auf diesem folgt nun das dritte Stück, von ungefähr dreieckiger Form, welches leichter loszutrennen ist, mit seiner Basis einen Theil des zweiten Stückes deckt, an seiner Spitze mit dem noch häutigen Bildungsstreifen des Oberkiefer zusammenhangt, und dessen unterer Winkel gelenkig mit der unteren Abtheilung in Verbindung steht. Diese letztere wird nur aus einem Knorpel gebildet, welcher mit dem der anderen Seite den Schlussbogen formirt.

An der äusseren Fläche befinden sich, wie überall bei den Wirbelthieren, die Belege-Knochen, welche den ersten Kopfgürtel bilden. Mehr an dem hinteren Rande der ganzen, knorpligen oberen Abtheilung liegt ein schmales längliches Knochenblättchen, welches sich deutlich als *Praeoperculum* manifestirt. An der äusseren Fläche der unteren Abtheilung sind jederseits zwei trennbare Knochenstücke, von denen das obere in der Nähe des Gelenkes liegt und kleiner ist als das untere zweite, welches sich mit dem der anderen Seite verbindet. Letzteres entspricht wahrscheinlich dem unteren Zwischenkiefer, wie das darüberliegende den weniger ausgebildeten unteren Kiefer vorstellt; jedenfalls erkennt man doch in beiden Knochenstücken Theile des unteren Kiefer-Apparates wieder.

§. 110. Die Bedeutung der knorpligen Stücke des ersten Visceralbogens ist nicht schwer anzugeben. Die unteren Abtheilungen entsprechen den Meckelschen Knorpeln der übrigen Wirbelthiere, welche gewöhnlich noch im rudimentären Zustande in der Unterkieferhöle bei den ausgebildeten Fischen vorzufinden sind, und die nur als Gelenkstücke des Unterkiefer-Apparates ossifizirt werden. Die drei knorpligen Stücke der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens sind ihrer Form nach offenbar die knorpligen Anlagen des bisher allein sogenannten Quadratbeines, des *Os symplecticum* und *jugale Cuv.* der Gräthenfische, welche später sehr innig unter einander verwachsen. Von der genetischen Seite erwogen entsprechen sämmtliche drei Knochenstücke nur dem einfachen Quadratbeine der übrigen Wirbelthiere. Denn überall trägt das Quadratbein gelenkig den Meckelschen Knorpel, und befestigt diesen sammt dem unteren Kiefer und Zwischenkiefer an den Schädel;

überall entsteht er aus der gerade verlaufenden oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens. Dass dieselbe bei den Fischen vielleicht zum Theil wegen der Grösse und wegen der mannigfachen Verbindungen mit anderen Theilen in einzelne Stücke zerfällt, darf meines Erachtens dem durchgreifenden Gesetze keinen Eintrag thun. Herr Professor Müller hat in seinem Werke „die vergleichende Anatomie der Myxinoiden etc.“ die lebenslänglich mehr getrennt verbleibenden drei Knorpel des Störes, durch welche der Unterkiefer an den Schädel befestigt wird, gleichfalls schon gemeinschaftlich zum Quadratbein gerechnet. Bei *Squalus* finde ich nur ein Knorpelstück, welches den Unterkiefer-Apparat mit dem Schädel verbindet. —

Der Belege-Knochen des Quadratbeines der Fische ist das *Praeoperculum*, welches demgemäss mit dem Paukenbeine der übrigen Wirbelthiere verglichen werden muss. Ein Paukenfell finden wir bei den niederen Wirbelthieren nicht vor. Mit dem Auftreten des Kiemendeckels bei den Gräthenfischen erlangt das Quadratbein auch die Funktion, denselben zu stützen, und sein Belege-Knochen zeigt sich hier wiederum, wie in der höheren Wirbelthier-Abtheilung beim Paukenfell, als ein assistirendes Knochenstück. Das *Operculum* wird immer vom Quadratbein unmittelbar getragen; das *Inter-operculum* wird noch durch das *Praeoperculum* unterstützt.

§. 111. Das Quadratbein der Gräthenfische besteht demnach genetisch aus drei Knochen, von welchen die beiden oberen, das bisher sogenannte Quadratbein und das *Symplecticum Cuv.*, inniger mit einander verbunden sind, und die Befestigung des ersten Visceralbogens an den Schädel bewerkstelligen. Der dritte, mehr isolirt dastehende Knochen ist das sogenannte Jochbein (*Jugale Cuv.*), welches die Gelenkbildung mit dem Meckelschen Knorpel (Unterkiefer-Apparat) und die Verbindung mit dem Oberkiefer übernimmt. Das an der äusseren Fläche befindliche *Praeoperculum* (*Os tympanicum*) befestigt gleichzeitig die beiden mehr getrennten Abtheilungen des ganzen Quadratbeines, welche auch schon durch die Ueberhand nehmende Ossifikation inniger vereinigt werden. Nur diejenige Partie des *Os symplecticum Cuvier*, welche an dem hinteren Rande den *Processus styloideus* des Zungenbein-Suspensoriums aufnimmt, habe ich bei meinen Untersuchungen stets knorplig vorgefunden.

§. 112. Die Knorpelmasse des zweiten Visceralbogens ist an dem jungen *Blennius viviparus* nicht mehr vollständig vorzufinden. Sie besteht aus einem Mittelstücke und jederseits zwei Seitentheilen. Das Mittelstück ist schon etwas verknöchert, und hangt nach hinten mit dem Kiemenbogenträger zusammen. Von den beiden Seitentheilen jederseits trägt das längere untere die knöchernen *Radii branchiostegi*, das obere kürzere verbindet sich mit dem Knorpel des *Os symplecticum Cuv.*; die Verbindung mit dem Schädel ist bereits verschwunden.

Eine Vergleichung mit dem entwickelten Zustande der Gräthenfische ergiebt alsbald, dass wir es hier mit dem Zungenbeinkörper, mit dem Zungenbein-Suspensorium und dem *Processus styloideus* desselben zu thun haben. Nun gehört das Suspensorium und der Körper des Zungenbeines im ganzen Wirbelthier-Reiche stets der unteren Abtheilung des zweiten Visceralbogens an. Der *Processus styloideus* ist demgemäss das zurückgebliebene Rudiment der oberen Abtheilung desselben, welche bei den geschwänzten Batrachiern ganz verschwindet, bei den ungeschwänzten und bei den höheren Wirbelthieren zu dem wesentlichsten Bewegungs-Gehörknöchelchen (*Stapes, columella*) sich verwandelt. Bei den Gräthenfischen hat dieses Rudiment nur die Befestigung des Suspensoriums an das *Os symplecticum Cuv.*

§. 113. Ausser den genannten Knorpelstücken befinden sich an dem zweiten Visceralbogen auch noch knöcherne Gebilde. In dem häutigen Kiemendeckel haben sich die *Radii branchiostegi* gebildet, welche an der äusseren Fläche des hinteren Randes am Suspensorium befestigt sind. Der häutige Kiemendeckel erweitert sich nach oben bis zum Schädel, und in dieser Partie haben sich grössere Knochenstücke erzeugt, das *Operculum, Sub-* und *Inter-Operculum*, welche den knöchernen Kiemendeckel zusammensetzen. Schliesst man von der Genesis des häutigen Kiemendeckels der nackten Amphibien auf den knöchernen der Fische zurück, so muss man den letzteren gleichfalls als ein Aussengebilde (Gürtelbogen) des zweiten Visceralbogens betrachten. Derselbe ist hier nur erweitert, und hat knöcherne Gebilde in sich erzeugt. Während demnach die obere, knorplige Abtheilung des zweiten Visceralbogens zum grössten Theile verkümmert, bilden sich um so kräftiger ihre Belege-Knochen aus, und stellen jenen den Fischen ganz eigenthümlichen Kiemendeckel dar. Die *Radii branchiostegi* und das *Operculum branchiarum* bilden

auf diese Weise am zweiten Visceralbogen einen Gürtel, wie das Paukenbein (*Praeoperculum*) und der untere Kiefer und Zwischenkiefer an dem ersten.

Die gegenseitigen Unterstützungen des Quadratbeines mit dem *Praeoperculum* und des knöchernen Kiemendeckels darf uns nicht befremden. Es ist nur unter anderen Verhältnissen eine Wiederholung von Erscheinungen, welche wir auch bei den höheren Wirbelthieren zwischen den oberen Abtheilungen der beiden ersten Visceralbogen sammt ihren Aussengebilden beobachten. In der höheren Wirbelthier-Abtheilung und bei den Fröschen ist es das Gehör-Organ, welchem sich die genannten Theile gemeinschaftlich akkomodiren. Bei den Fischen entscheidet statt des Gehör-Organes, welches innerhalb der Schädelhöle verbleibt, die eigenthümliche Ausbildung des Athmungs-Organes, das auch durch die Entwickelung der zweiten Visceralspalte zur äusseren Kiemenspalte seinen Einfluss bewährt hat. — Die Befestigung der Aussengebilde des zweiten Visceralbogens durch die obere Abtheilung (Quadratbein mit dem *Os tympanicum*) des ersten zeigte sich auch schon bei den jungen Tritonen dadurch, dass die Ansatzstellen des strahligen Muskels am häutigen Kiemendeckel oberhalb auf das Quadratbein und die *Pars petrosa etc.* übergingen. (Siehe die Entwickelungsgeschichte.)

Kapitel VIII.

Das Gesicht der niederen Wirbelthiere.

Die typische Konformation.

§. 114. Bei den niederen Wirbelthieren kehrt die Konformation des Gesichtes mehr und mehr in das ursprüngliche, genetische Verhalten zurück, und scheint sogar, wie die sekundären Bildungen des Wirbelsystems überhaupt, bei den niedrigsten Knorpelfischen gar nicht zur Entwickelung zu kommen. Wir führten schon bei der Darstellung des Gesichtes der höheren Wirbelthiere an, dass eine unbefangene Betrachtung der Kopf-Entwickelung der Wirbelthiere zu einem Resultat gelangt, nach welchem das Gesicht derselben sich ursprünglich nur als ein Verbindungstheil beider Röhren des Kopf-Wirbelsystems offenbart; dass diesemgemäss von der oberen Röhre die vorderen Stirn- oder Nasenfortsätze, von der unteren die Oberkiefer entwachsen, vor dem ersten Schädelbogen auf der verlängerten Schädel- oder der Gesichts-Basis sich vereinigen, und in ihrer Vereinigung durch den oberen Zwischenkiefer

vervollständigt werden. Auf diese Weise wird eine Stätte konstituirt, in welcher der Geruchsinn, als Hauptleiter für die Herbeischaffung der Nahrungsstoffe, in Wirksamkeit treten kann, und die ursprünglich das Antlitz des Thieres bildet. Zur Assistenz der genannten Gesichts-Bestandtheile sehen wir bei den höheren Wirbelthieren stets noch den Thränenbein-Fortsatz sich entwickeln.

§. 115. Dieses Gesicht in seiner ursprünglichen Form, nur für die Wirkungsstätte des Geruchsinnes bestimmt, hat bei den höheren Wirbelthieren, von seiner eigenthümlichen Lage begünstigt, nicht allein einen Antheil an der Bildung der Mundöffnung und der vorderen oberen Decke der Kopf-Visceralhöle; sondern es wird auch in Folge der Gesichts-Kopfbeuge der ganze erste Kopf-Wirbel mit dem ursprünglichen Gesichte in enge Verbindung gebracht. Das Auge, ja selbst bei den Säugethieren das Ohr und eine mehr isolirte Mundhöle vereinigen sich mit den Geruchhölen zu einem Gesicht und Antlitze im weiteren Sinne.

§. 116. Den niederen Wirbelthieren fehlt die Gesichts-Kopfbeuge, und der erste Kopfwirbel schliesst sich unmittelbar an den zweiten und nicht an die Geruchhölen an. Bei den nackten Amphibien helfen die Bestandtheile des Gesichtes *sens. strict.* noch die obere Mundbegrenzung (oberer Kiefer und Zwischenkiefer) formiren, und die untere Nasenhölen-Wand dient als vordere, obere Decke der Kopf-Visceralhöle. Die ungeschwänzten Batrachier schliessen sich sogar durch die Entwickelung eines analogischen Gaumen- und Flügelbeines näher an die höheren Wirbelthiere an. Bei den Fischen dagegen erlangt die Isolirung des Gesichtes im engeren Sinne ihre grösste Ausprägung. Der Zusammenhang mit der Mundhöle durch die inneren Nasenöffnungen hört auf, die Formirung der oberen Mundbegrenzung durch den oberen Kiefer-Apparat fällt schon bei den Gräthenfischen, wie wir später zeigen werden, meistens weg, und die Theilnahme der unteren Nasenhölenwand an der oberen Decke der Kopf-Visceralhöle scheint unserer Ansicht nach bei den Knorpelfischen nicht mehr vorhanden zu sein. In demselben Grade wie die Gemeinschaft der Bildungsbestandtheile der Geruch-Werkstätte mit der Kopf-Visceralhöle abnimmt, in gleicher Weise sehen wir auch die Bildung des Antlitzes nach und nach nur auf das Gesicht in seiner ursprünglichen Form, auf die Wirkungsstätten des Geruchsinnes (Schnautze), beschränkt.

Die Veränderungen.

§. 117. Die Lage und Funktion der eigentlichen Gesichtsbestandtheile gemäss der Genesis ist bei den niederen Wirbelthieren im Wesentlichen gar nicht abweichend, daher wir den geneigten Leser auf das früher Gesagte verweisen.

In Betreff der Veränderungen ist zu bemerken, dass hier natürlich nicht mehr, wie bei den höheren Wirbelthieren, das Auge und Ohr zur Sprache kommt, da wir nur den Geruchsinn im Gesichte haben. Auch ist der Einfluss der Fresswerkzeuge an der Mundöffnung bei der immer sichtbarer werdenden Isolirung der Mundhöle von der Nasenhöle nicht mehr in Anschlag zu bringen. —

§. 118. Die Eigenthümlichkeiten des Gesichtes der nackten Amphibien sind im ersten Theile näher erörtert, und wir vermeiden hier die Wiederholungen.

Im Allgemeinen heben wir hervor, dass das Gesicht der ungeschwänzten Batrachier durch die Theilnahme ihres Gaumenbeines an der Bildung der inneren Nasenöffnung eine charakteristische Auszeichnung erhält; dass ferner zuweilen (*Rana temporaria, fusca etc.*) an der unteren Nasenhölenwand jederseits sich ein accessorischer, ihnen eigenthümlicher unterer Nasen-Knochen entwickelt, mit Zähnchen bewaffnet und mit Unrecht der Vomer der Frösche genannt worden ist; dass endlich die Thränenbeinchen in ihrem Gesichte sich nicht hervorbilden. Auch ist bei den Fröschen gemeinhin der Oberkiefer in seiner ganzen Ausdehnung knöchern, so zwar, dass wiederum die hintere Abtheilung, wie bei den höheren Wirbelthieren, gesondert erscheint, und unter dem Namen Quadratkieferbein, *Jugale Cuv etc.* bekannt ist*).

§. 119. Bei den geschwänzten Batrachiern tritt das Thränenbeinchen, wie wir dieses bei dem Triton gezeigt haben, noch einmal wieder hervor, um dann bei den Fischen nicht mehr sichtbar zu werden. Charakteristisch

*) Ant. Dugès zeichnet in dem früher angeführten Werke ein Nasenbein, welches, von dem unsrigen verschieden da, wo unser Geruchlabyrinth liegt, zu finden ist. Es wäre möglich, dass das Geruchlabyrinth bei alten Fröschen stellenweise ossifizirt würde. Ich habe indessen weder dieses, noch weniger aber ein anderes Knochenstück, als den schon früher genannten, herauspräpariren können. Sollte aber wirklich bei einigen Fröschen sich noch ein accidenteller Knochen im Gesichte vorfinden, so würde er wenigstens niemals ein Nasenbein sein können.

jedoch für das Gesicht der geschwänzten Batrachier ist, dass der Oberkiefer, bei dem Mangel von einem Gaumen- und Flügelbein, noch zum letzten Male im Wirbelthierreiche die Formirung der oberen Mundbegrenzung mit dem oberen Zwischenkiefer übernimmt, während bei den Fischen dieses nur noch der obere Zwischenkiefer zuweilen thut. Die hintere Abtheilung des oberen Kiefers ist gewöhnlich häutig-fasrig, und wird in der hinteren Mundbegrenzung öfters durch ein Rudiment vom oberen Zahngerüste der Schleimhaut (sog. Flügelbein) unterstützt. — Bemerkenswerth ist noch, dass auch bei den geschwänzten Batrachiern Abweichungen in der Formirung der unteren Nasenhölenwand vorkommen, indem bei den Tritonen ein horizontaler Fortsatz von den ersten Seitentheilen des Schädels, als sogenanntes Pflugschaarbein dieser Thiere, daran Antheil nimmt. Beim Proteus unterstützt das obere Zahngerüste der Schleimhaut ziemlich fest anliegend einen Theil der unteren Nasenhölenwand.

Das Gesicht der Gräthenfische.

§. 120. Bei dem Mangel an Erfahrungen aus der Entwickelungsgeschichte, wollen wir unsere Deutung des Gesichtes der Fische nur insoweit als richtig anerkannt wissen, als die Genesis des Gesichtes der übrigen Wirbelthiere und namentlich der Tritonen auf eine analogische Entwickelung schliessen lässt. Wiewohl das Gesicht der Gräthenfische höchst mannigfaltig in seiner äusseren Form sich darstellt, so hoffe ich dennoch durch die genetische Konstruktion der Grundbestandtheile eines einzigen Fisch-Gesichtes die Einsicht in alle übrigen zu eröffnen. Zu diesem Modell, an welchem ich die Gesichtsformation der Gräthenfische dem geneigten Leser zu demonstriren gedenke, soll mir der Hechtkopf dienen. Man wähle zu den Untersuchungen wiederum jüngere Individuen, und koche sie leicht auf, damit der Zusammenhang der Theile nicht zerstört werde.

Alsdann entfernt man von den eigentlichen Gesichtsknochen diejenigen knöchernen Theile, welche, wie die sogenannten Stirn- und Scheitelbeine, dem Hautskelet zugehören. Man hat die in der Mitte über dem sogenannten *Os ethmoideum* (hier knorplig) gelegenen zwei Schilder, welche sich an die Stirnbeinschilder anschliessen, zu den Nasenbeinen gerechnet. Auch befindet sich an dem äusseren Rande der letztgenannten Theile noch jederseits ein kleineres Knochenstück, welches man, wie ich vermuthe, *Os marginale nasi*

genannt hat. Ferner erstreckt sich die vordere von den Infraorbital-Schuppen am äusseren Rande der Nasengruben zum Gesichte hin. Endlich sieht man beim Hecht noch eine Schuppe an der unteren Extremität des sogenannten oberen Kiefers.

Durch die Entfernung dieser knöchernen Theile ist die typische Konformation des Gesichtes nicht im Mindesten beeinträchtigt; es sind die Nasengruben unversehrt, und die Theilnahme der Gesichtsknochen an der Visceralhöle des Kopfes, insoweit sie bei den Fischen möglich ist, besteht ganz, als wäre mit dem Gesichte Nichts vorgenommen. Und dennoch sollen wir Nasenbeine, Thränenbeine etc. entfernt haben! Wir wollen auf weitere Erörterungen nicht eingehen, zumal sie aus den Vorangegangenen leicht zu entnehmen sind. Wir können hier nur *mutatis mutandis* wiederholen, was wir bei der Beschreibung der Schädeldecke der Gräthenfische erwähnt haben. Also Alles, was wir bis jetzt von dem Gesichte des Hechtkopfes losgelöset haben, gehört, wie die Stirn- und Scheitel-Schuppe und der *Infraorbital*-Ring, zum Hautskelete.

§. 121. Indem wir nun zu den typischen Gesichts-Bestandtheilen übergehen, treffen wir zunächst in der Mitte auf eine Knorpelmasse, welche sich als eine unmittelbare Fortsetzung der knorpligen Stirnwand darstellt. Sie bildet jederseits die innere Wand und die Haupt-Grundlage der Nasengruben. An dem vorderen Ende ist sie zu beiden Seiten, wo sich die sogenannten Gaumenbeine? (unser Oberkiefer) anlegen, etwas ossifizirt. Unter ihr befindet sich der sogenannte *Vomer* (unsere Gesichtsbasis). Diese Knorpelmasse ist für das *Os ethmoideum* gehalten worden. Indessen ist die Riechhaut der Gräthenfische, ohne alle unmittelbare knöcherne Stützen, faltenförmig ausgebreitet, und ein Siebbein fehlt daher gänzlich. Die obige Knorpelmasse aber entspricht ihrer Lage und Funktion nach ganz den vorderen Stirn- oder Nasenfortsätzen, welche von der Stirnwand ausgehen und ein Haupt-Bildungstheil der Wirkungsstätte für den Geruchsinn ausmachen. Sie stellt also beim Hechte die Nasenbeine der übrigen Wirbelthiere vor, welche hier zu einer Knorpelmasse verschmolzen sind. Diese Modification in der Ausbildung der Nasenfortsätze der Fische darf bei dem verschiedenen Zwecke (Nasengruben) nicht befremden. Auch der Knorpelzustand bietet bei der mangelhaften Verknöcherung des Hechtschädels nichts Unnatürliches dar. Uebri-

gens wird diese Knorpelmasse bei den meisten übrigen Gräthenfischen oft ganz, oft nur theilweise verknöchert. Zuweilen entwickelt sie Gelenkköpfe (Cyprinoiden), welche die oberen Zwischenkiefer aufnehmen. Bei denjenigen Fischen, deren Schädeldecke kräftiger ossifizirt (Aal, Diodon etc.), wird die Deutung dieses Theiles, als den Nasenbeinen der übrigen Wirbelthiere entsprechend, erleichtert, wenn auch die Zweitheiligkeit nicht so evident hervortritt.

§. 122. Unter dieser knorpligen Masse der Nasenbeine des Hechtes liegt nun ein plattes Knochenstück, welches, mit Zähnen versehen, für das Pflugschaarbein der Fische erklärt worden ist. Ohne Rücksicht auf alle die fehlenden und doch ganz nothwendigen Momente, welche bei der Entwickelung eines Vomer der Säugethiere erforderlich sind, ist auch die Lage und Funktion dieses Knochens eine ganz verschiedene. Er ist eine unmittelbare Fortsetzung der Schädelbasis*), stützt die knorpligen Nasenbeine, und vorn auch die übrigen Bestandtheile des Gesichtes. Derjenige Theil aber, welcher, als Fortsetzung der Schädelbasis, den Nasenbeinen und den Gesichtsbestandtheilen überhaupt als Stütze dient, ist der Genesis gemäss nichts Anderes als die Gesichtsbasis, und als solche müssen wir auch das sogenannte Pflugschaarbein anerkennen. Das eigenthümliche, äussere Gepräge, welches die Gesichtsbasis der Gräthenfische auszeichnet, ist wiederum dadurch bedingt, dass hier Nasengruben vorhanden sind, und dass die Gesichtsbasis von den Gesichtsbestandtheilen der Gräthen-Fische noch allein als obere, vordere Decke für die Kopf-Visceralhöle übrig geblieben ist. Diese Funktion aber ist der Genesis nach in der That einfacher, als wenn die Gesichtsbasis, wie bei allen höher stehenden Wirbelthieren, als Nasen-Scheidewand sich entwickelt.

§. 123. Zur äusseren Seite des Nasenbein-Knorpels und der Gesichtsbasis befindet sich ein Knochen, welcher vom Quadratbein beginnt, sich gelenkig an den *Processus orbitalis anterior* anlegt, die Nasengruben von aussen begrenzt, und vorn an die knöcherne Stelle des Nasenknorpels und an die Gesichtsbasis sich anlegt. Er besteht aus zwei Stücken, von welchen das vordere,

---

*) An den jungen *Blennius viviparus* (Tab. III. Fig. 7.) sieht man die noch häutige Gesichtsbasis als unmittelbare Fortsetzung der schon knöchernen Schädelbasis gleichfalls ganz deutlich.

mit Zähnchen versehen, das sogenante Gaumenbein, das hintere, zahnlose, das Flügelbein vorstellen soll. Wir haben gezeigt, dass bei den niederen Wirbelthieren (mit Ausnahme der Frösche) ein Gaumen- und Flügelbein nicht mehr zu suchen ist. Wir finden uns zu dieser Annahme bei den Fischen um so weniger berechtigt, als die beiden vorliegenden Stücke, als ein Ganzes betrachtet, nach ihrer Lage und Funktion ganz so, wie wir eben die Beschreibung gegeben, das treuste Bild des Oberkiefers, wie er der Genesis nach sein soll, und auch bei den übrigen Wirbelthieren vorhanden ist, zur Anschauung bringen. Die Zerfällung des Oberkiefers in zwei Haupt-Abtheilungen ist eine oft sich wiederholende Erscheinung, welche bei der Länge, bei den verschiedenen Funktionen und Verbindungen des Knochens, so wie hier namentlich bei der Gelenk-Verbindung desselben mit dem *Processus orbitalis anterior*, durchaus nichts Ungewöhnliches darbietet. Bei älteren Hechten und anderen Gräthenfischen ist diese Zerstückelung des Oberkiefers wohl noch ausgedehnter. Besonders wird die hintere Abtheilung gleichsam durch gesonderte Knochen-Wucherung oberhalb erweitert, damit sie eine kräftigere Seitenwand für die Visceralhöle formirt werde. Bei *Muraena anguilla* ist dagegen der Oberkiefer wiederum mehr einfach. Ausserdem habe ich den noch häutigen, einfachen Bildungsstreifen des Oberkiefers, wie bei den Vögeln, Fröschen etc., so auch an dem jungen *Blennius viviparus* (Tab. III. Fig. 7), ganz deutlich erkennen können.

§. 124. Vor diesen drei, jedem Gesichte nothwendigen Bildungsbestandtheilen befestigt sich jederseits noch ein länglicher Knochen, welcher den Namen Oberkiefer erhalten hat. Er liegt mit der oberen Extremität vorn zur Seite unseres Oberkiefers dicht neben der Gesichtsbasis, und lässt sich mit der unteren Extremität auf den Unterkiefer nieder. Diese letztere Eigenschaft kann anfänglich über die Bedeutung dieses Knochens uns zweifelhaft machen. Denn, obgleich dieser Knochen der Lage und Funktion nach dem genetischen oberen Zwischenkiefer entspricht, so ist doch die Erweiterung zur Seite auf den Unterkiefer ungewöhnlich. Hier kommt aber die Beobachtung zu Hilfe, dass während der Larvenzeit bei den Fröschen der obere Zwischenkiefer gleichfalls auf den Meckelschen Knorpel (Unterkiefer) sich niederlässt, und, mit hornigen braunen Lamellen versehen, allein als obere Mundbegrenzung dient. Aus diesem Grunde nehme ich auch gar keinen Anstand, vorliegenden soge-

nannten oberen Kiefer für den oberen Zwischenkiefer zu erklären, zumal die Lagerung und Funktion durchaus nicht der Genesis widerspricht.

§. 125. Während bei jüngeren, ungefähr fünf Zoll langen Hechten ausser dem Nasenbein-Knorpel, der Gesichtsbasis, dem oberen Kiefer und Zwischenkiefer kein Knochenstück mehr im Gesichte zu finden ist, so zeigt sich bei älteren Individuen vor dem Oberkiefer, vor der Gesichtsbasis und etwas vor der oberen Extremität des oberen Zwischenkiefers jederseits, ein mit Zähnchen ausgerüstetes Knöchelchen, welches man den oberen Zwischenkiefer genannt hat. Dieses Knöchelchen fehlt beim Aal, *Silurus etc.* gänzlich; beim Hecht bildet es sich in der härtlichen Lippe, welche ich bei jüngeren Individuen in dieser Gegend beobachtete; bei vielen anderen Fischen ist es grösser und stark entwickelt. Den oberen Zwischenkiefer kann es nicht vorstellen, da wir denselben bereits schon näher beschrieben. Dass es ein nothwendiger Bildungstheil sei, dagegen spricht der Mangel desselben in allen übrigen Wirbelthierklassen, ferner das Fehlen bei vielen Fischen, und alle bisherigen Erfahrungen aus der Entwickelungsgeschichte. Auch scheint es mir seiner Lage nach nicht wahrscheinlich, dass es dem Hautskelete angehöre. Vielmehr glaube ich, dass dieses Knöchelchen, welches sich beim Hecht aus der härtlichen Lippe entwickelt, nach Analogie der bei den Knorpelfischen öfters auftretenden Lippen-Knorpeln sich gebildet hat. Auf diese Weise würde dann schon bei den Gräthenfischen durch diesen Lippenknochen der Anfang einer Lostrennung der Gesichts-Bestandtheile *sens. strict.* von der Theilnahme an der Mundbildung gemacht: ein Phänomen, welches unsere Gesetze über die Entwickelung des Wirbelthier-Gesichtes von Neuem bestätigt.

§. 126. Nach dieser genetischen Konstruktion des Gesichtes eines Hechtkopfes wird es nicht schwer sein, die Gesichts-Bestandtheile der übrigen Gräthenfische herauszufinden. Im Allgemeinen will ich bemerken, dass zuvor jedesmal das Hautskelet, welches gemeinhin zur Deutung der Nasenbeine, Thränenbeine etc. gedient hat, zu entfernen ist. Alsdann entspricht gewöhnlich das bisher sogenannte *Os ethmoideum* unserem Nasenbeinknorpel beim Hechte, der Vomer der Gesichtsbasis, das Gaumen- und Flügelbein unserem Oberkiefer, und der obere Kiefer unserem oberen Zwischenkiefer. Der vorkommende sogenannte obere Zwischenkiefer dagegen ist nach Analogie der

Lippenknorpel entwickelt. Das Thränenbeinchen aber scheint unserer Ansicht nach in dem Gesicht der Fische nicht mehr hervorzutreten.

Kapitel IX.

Die Knorpelfische.

§. 127. Wir kommen, unserem Versprechen gemäss, am Schlusse vorliegender Untersuchungen noch im Allgemeinen auf die Knorpelfische zurück. Bei dem Mangel an eignen, zahlreichen Beobachtungen ist mir das klassische Werk der vergleichenden Anatomie der Myxinoiden von J. Müller von grossem Nutzen gewesen. Dennoch sind eigene Untersuchungen bei einer eigenen Betrachtungsweise wohl stets ein nothwendiges Erforderniss. Dieses, so wie die Schwierigkeit des Gegenstandes bitte ich den geneigten Leser zu berücksichtigen, wenn ich bei der Deutung des Kopfskeletes der Knorpelfische ganz im Allgemeinen spreche, und gewissermaassen nur das Verfahren darlege, welches man bei einer solchen Deutung zu beobachten habe.

§. 128. Die Genesis des Kopfes der übrigen Wirbelthiere soll bei unserem Verfahren wiederum zur Richtschnur dienen, so zwar, dass wir die Knorpelfische, als in dem niederen Wirbelthier-Plan gebildet, dicht unter die Gräthenfische stellen. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass das Wirbelskelet selbst bei den höheren Knorpelfischen nicht zu einer solchen Ausbildung gediehen, wie bei den Knochenfischen. Wo wir daher auch Abweichungen am Kopfskelet finden mögen, überall müssen dieselben als individuelle Ausbildungen einer geringeren Entwickelungsstufe des Wirbelthier-Kopfes betrachtet werden.

§. 129. Was nun zunächst die Gehirnkapsel der Knorpelfische betrifft, so finden wir bei einer einfachen Röhrenform, wie im Knorpelzustande der übrigen Wirbelthiere, so auch hier zeitlebens keine Ausprägung von gesonderten Wirbeln. Die äusseren Veränderungen der Schädelhöle, welche bei den Gräthenfischen noch durch das Auge und durch Gebilde der Visceralhöle hervorgerufen werden, sehen wir noch beim Störe, wie erwähnt wurde, ganz ähnlich dem Hechte. Es sind der vordere und hintere Augenfortsatz, der hintere Schläfenfortsatz und der *Processus mastoideus*, alle im knorpligen Zustande zu unterscheiden. Beim Hay, bei der Chimära treten besonders die Veränderungen des Schädels durch die Einwirkungen des Auges hervor,

weniger die in Folge der Muskelansätze. Bei den Cyclostomen verschwinden mit dem Mangel der genannten Einflüsse auch derartige Veränderungen: die Schädelhöle bildet eine einfache Kapsel, an welcher sich nur die Geruchlabyrinthe markiren.

§. 130. Unter den Hartgebilden der Kopf-Visceralhöle darf zuvörderst nicht mehr das Gaumen- und Flügelbein gesucht werden. Alle die knöchernen und knorpligen Theile, welche an der unteren Fläche der Schädelbasis bald fester (Stör, Lamprete) bald loser (*Narcine brasiliensis*) gelagert sind, müssen daher als accessorische, dem Wirbelskelet nicht unbedingt angehörende Stücke angesehen werden. Die Beobachtung aber, dass, während des Knorpelzustandes der nackten Amphibien, sich Skelettheile zur Unterstützung der Schädelbasis, in ihrer Funktion als obere Decke der Kopf-Visceralhöle, aus dem Schleimblatte entwickeln, lässt wohl erwarten, dass dergleichen Hartgebilde an der Schädelbasis auch bei den Knorpelfischen sehr wahrscheinlich dem Schleimblatte ihre Entstehung verdanken. Dafür sprechen auch meine oben angeführten Untersuchungen über die knöcherne Platte an der Schädelbasis der Störe. Von der *Narcine brasiliensis* und der Lamprete kann ich dieses bei dem Mangel an Präparaten nur vermuthen. Uebrigens erlaube ich mir noch die Bemerkung, dass die Befestigung der Skelettheile der Schleim-Membran an das Wirbelskelet unserer Deutung, wie wir bei den nackten Amphibien gesehen, kein Hinderniss in den Weg legt.

§. 131. Vor diesen mehr an der Schädelbasis gelegenen Hartgebilden befinden sich bei den Knorpelfischen noch andere, welche mehr an die Mundöffnung hingelagert sind, die vorderste obere Decke der Kopf-Visceralhöle bilden und sich vorn den Stücken, welche die obere Mundbegrenzung formiren (sog. Oberkiefer, Labialknorpel) anschliessen. J. Müller nennt diese Theile in dem angeführten Werke beim Stör den Oberkiefer- und Gaumenapparat, bei *Petromyzon marinus* die Deckplatten des Mundes; bei der Chimära vermuthe ich in den Zahnplatten ähnliche Theile etc.

Dieses Verhalten der oberen Mundbegrenzung und vorderen oberen Decke der Kopf-Visceralhöle ist eigenthümlich den Knorpelfischen, und lässt sich mit dem der übrigen Wirbelthiere an besagter Stelle nicht vergleichen. Denn bei den ihnen am nächsten stehenden Gräthenfischen fungirt als vordere obere Decke der Kopf-Visceralhöle die Gesichtsbasis (sog. Vomer), als

obere Mundbegrenzung nur noch der Zwischenkiefer (Aal, Silurus); der obere Kiefer dagegen nimmt niemals mehr an der Mundöffnung Antheil.

Wenn man nun den Oberkiefer- und Gaumenapparat der Störe betrachtet, so hat man auch nicht einen einzigen, genügenden Grund, an die Gesichtsbasis oder an den oberen Kiefer und Zwischenkiefer zu denken. Denn die ähnliche Funktion entscheidet nicht, zumal nirgend mehr, als an besagter Stelle, durch die Wirbelthier-Reihe hindurch die Hartgebilde variiren. Hinsichtlich der genetischen Lage aber müsste die Gesichtsbasis eine Fortsetzung der Schädelbasis sein, und die Gesichtsbestandtheile (Nasengruben) stützen; der Oberkiefer soll vom Quadratbein entspringen und an der Nasengruben-Bildung Antheil nehmen; der obere Zwischenkiefer endlich mit der Gesichtsbasis und den oberen Kiefern zusammenhangen, und gleichfalls mit der Wirkungsstätte des Geruchsinnes in Verbindung stehen. Der Oberkiefer- und Gaumenapparat hat aber keine Gemeinschaft mit den Nasengruben und dem Schädel, und der sogenannte obere Kiefer stützt sich auf den Meckelschen Knorpel mit dem Unterkiefer. Wollen wir daher den bisherigen Entwickelungs-Gesetzen des Wirbelthierkopfes, nach welchen die Theilnahme der Gesichtsbestandtheile *sensu strictiori* an der Kopf-Visceralhöle und Mundöffnung eine accidentelle ist, treu verbleiben, so müssen wir in dem Oberkiefer- und Gaumenapparat der Störe eine Bestätigung dieser Gesetze suchen. Berücksichtigen wir ausserdem die interessante Erscheinung eines Zahnskeletes der Schleimhaut bei den jungen Tritonen, während die Gesichtsbestandtheile noch weniger entwickelt sind, so scheint es nicht voreilig zu sein, wenn wir die Erzeugung des Gaumenapparates der Störe dem Schleimblatte zuschreiben. Der Oberkiefer aber würde dann aus der Uebergangsstelle der Schleimhaut zur Cutis, aus der Lippe sich entwickeln, und dem Lippenknochen der Gräthenfische entsprechen.

Nach dieser Deutung sind auch die ähnlichen Theile dieser Gegend bei anderen Knorpelfischen zu beurtheilen. Da, wo der sogenannte Oberkiefer kräftiger entwickelt ist (Hay, Rochen etc.), ist die Deutung als blosser Mundknorpel anfangs auffällig. Dennoch wird man überall bemerken, dass die ganz nothwendigen Bedingungen zur Annahme eines Oberkiefers fehlen. Uebrigens ist der Lippenknochen auch bei den Gräthenfischen oft sehr stark ausgebildet, und der Grund davon liegt nur in der kräftigeren

Aktion gegen den Unterkiefer (Meckelscher Knorpel). Bei den Myxinoiden fehlt mit der kräftigeren Aktion eines Kiefer-Apparates auch die entsprechende Ausbildung der Labialknorpel. Hier ist auch die Deutungsweise gar nicht so befremdend.

Mein verehrter Lehrer, Herr Professor J. Müller hat in seinem klassischen schon öfters genannten Werke einen ausführlichen und genauen Bericht über die Labialknorpel der Knorpelfische gegeben. Auch die Mundknorpel der Myxinoiden rechnet der Verfasser dazu, und stellt sie alle ausserhalb des Wirbeltypus. Ich habe nur diese Deutungsweise aus den schon erwähnten Gründen auch auf die sogenannten Oberkiefer der Knorpelfische auszudehnen mich berechtigt geglaubt. —

§. 132. Die Ausbildung der Visceralbogen anbelangend, bemerken wir bei den Knorpelfischen wiederum ein Zurückkehren in den einfacheren Wirbeltypus.

Wir haben angeführt, dass bei den Gräthenfischen die Entwickelung einer Kiemenspalte aus der zweiten Visceralspalte, und die Lagerung der Kiemen in derselben auf die individuelle Ausbildung der Hartgebilde der Visceralbogen, namentlich des zweiten, von grossem Einflusse sei.

Bei den Knorpelfischen geht diese Tendenz mehr und mehr verloren, und diesemgemäss modifizirt sich auch die Ausbildung der Visceralbogen, ohne dass darauf ein anderer entschiedener Einfluss sich geltend macht. Der Stör nähert sich noch am meisten den Gräthenfischen. Im ersten Visceralbogen besteht das Quadratbein aus drei knorpligen Stücken, und dann folgt der Meckelsche Knorpel, welcher hier noch ein Aussengebilde, den Unterkiefer, entwickelt. Das obere Stück des ersten Kopfgürtels, das *Praeoperculum* (Paukenbein) dagegen fehlt. Am zweiten Visceralbogen ist das Suspensorium des Zungenbeines und der Körper desselben deutlich, doch vermisst man von seinem Gürtel-Belege die *Radii branchiostegi.* Beim Hay hat das Quadratbein nur ein Stück; auch sehe ich keine Spur mehr von dem ersten Kopfgürtel der Gräthenfische; von dem zweiten fehlt das *Operculum.* Der Meckelsche Knorpel übernimmt die untere Mundbegrenzung allein, und wird bei anderen Knorpelfischen (*Narcine brasiliensis etc.*) noch von Labialknorpel besetzt. So bemerkt man, dass mit dem Aufhören einer kräftigen Aktion der Kiefer und

einer äusseren Kiemenspalte auch der erste (Paukenbein, Unterkiefer und Zwischenkiefer) und zweite Kopfgürtel (*Operculum, radii branchiostegi*) nach und nach unnöthig wird. Bei den Myxinoiden fehlen gleichfalls die Kopfgürtel, und die Knorpel der Visceralbogen entwickeln ein eigenthümliches korbartiges Geflecht, in welchem das Auffinden der knorpligen Theile, die zum ersten und zweiten Visceralbogen gehören, wohl schwerlich ohne Kenntniss der Entwickelungsgeschichte möglich sein wird. Wie komplizirt sich aber auch dieses Knorpelgeflecht der Kopf-Visceralhöle bei den Myxinoiden darstellen möge, so erkennt man in demselben dennoch nur die mehr einfache Umhüllung des Kopf-Endes vom vegetativen Systeme, welches nicht durch äussere Einflüsse wie bei den Gräthenfischen und den übrigen Wirbelthieren verändert worden ist: es sind die Hartgebilde der Kopf-Visceralhöle, bei dem niederen Stande dieser Knorpelfische, auch auf der einfachsten Entwickelungsstufe des Wirbelthier-Kopfes individuell ausgebildet.

§. 133. Die Gesichtsbestandtheile müssen der Genesis gemäss bei den Knorpelfischen stets in der Nähe der Geruchlabyrinthe gesucht werden; denn nur um ihretwillen zeigt sich ursprünglich die Entstehung des Gesichtes. Wie bei den übrigen Wirbelthieren, so ist auch hier das Geruch-Labyrinth (*Os ethmoideum*) von den dasselbe umgebenden Gesichtsbestandtheilen wohl zu unterscheiden. Diesem gemäss wird man finden, dass bei den Knorpelfischen die Knorpelmassen, welche die Schnautze bilden, der Inbegriff dessen sind, was man für das Gesicht zu halten hat.

Bei den Stören sieht man nun wiederum eine Annäherung an die Gräthenfische. Man erkennt, dass der Schnautzenknorpel, wenn man ihn mit dem Gesichte des Hechtes vergleicht, nur eine durch die verschmolzene Oberkiefer und Gesichtsbasis erweiterte Nasenbeinknorpelmasse des Hechtes darstellt. Er bildet ganz ähnlich die Nasengruben, so zwar, dass die Knorpelmasse an der Basis und dem äusseren Rande kräftiger entwickelt ist, ohne sich von der inneren Partie zu sondern. Die Basilar-Partie des Schnautzenknorpels ist aber eine unmittelbare Fortsetzung der knorpligen Schädelbasis, welche, an ihrem Ursprunge hügelartig hervortretend, eine förmliche Scheidewand des Schnautzenknorpels von der Kopf-Visceralhöle bewerkstelligt. Sie entspricht also ganz einer Gesichtsbasis, welche nun keinen Antheil mehr an

der Kopf-Visceralhöle genommen hat. Die mittlere Partie des Schnautzenknorpels ist eine unmittelbare Verlängerung der knorpligen Stirnwand, und bildet die innere Wand der Nasengruben. Sie entspricht also vollkommen dem verschmolzenen Nasenbein-Knorpel der Gräthenfische, und entsteht also aus den vorderen Stirnfortsätzen. In der äusseren Knorpel-Partie müssen wir die oberen Kiefer wiedererkennen. Zu dieser Annahme verpflichtet uns die Thatsache, dass der Oberkiefer stets zur Bildung der Wirkungsstätten des Geruchsinnes beiträgt, und bei den Gräthenfischen die äussere, doch noch gesonderte, Wand der Nasengruben bildet. Indessen fehlt uns zu dieser Deutung des Oberkiefers eine sonst immer nachweisbare Bedingung, nämlich der Zusammenhang mit dem Quadratbein. Bei denjenigen Exemplaren, welche ich untersuchte, konnte ich mich von einer Verbindung dieser äusseren Knorpel-Partie des Schnautzenknorpels mit dem Quadratbein nicht überzeugen. Dennoch bleibt unter den vorhandenen Umständen noch immer das Passendste anzunehmen, dass diese ursprüngliche Verbindung, welche bei anderen Wirbelthieren oft nur ligamentös vorhanden ist, hier gänzlich verloren geht, und dass die gänzliche Sonderung der Nasengruben von der Kopf-Visceralhöle als die veranlassende Ursache anzusehen ist.

§. 134. Eine ähnliche Deutungsweise, wie bei den Stören, lässt sich auch noch bei der Abtheilung *Holocephala* in Anwendung bringen. Bei denjenigen Knorpelfischen aber, bei welchen nicht mehr Nasengruben vorhanden sind, sondern Nasenkapseln und Nasenröhren auftreten, scheint die Gesichtsbildung nicht mehr zur Individualisation zu gelangen. Es zeigen sich die knorpligen Particen, welche so bei dem Hay um diese Nasenröhren gelagert sind, nicht sowohl als besondere Bildungstheile, sondern nur als einfache Fortsätze des ersten Schädelwirbels, und hier scheint es mir auch sehr zweifelhaft, ob es zur Bildung eines Oberkiefers gekommen sei; ich konnte nirgend eine wahre Andeutung finden. Die Nasenkapseln und Nasen-Röhren selbst aber sind nur den Hartgebilden der höheren Sinnesorgane gleichzustellen, entsprechen also dem, was bei den übrigen Wirbelthieren das *Os ethmoideum* genannt ist. Sie entwickeln sich bei den niederen Knorpelfischen in dem Maasse kräftiger, als die Gesichts-Bildungstheile nicht mehr

deutlich hervortreten: sie sind gewissermaassen die Stellvertreter des Gesichtes dieser Thiere *).

Den Einfluss, welchen die Erweiterung der Brustflossen der Rochen nach dem Schädel und Gesicht hin auf die Bildungstheile des letzteren ausüben, wag ich wegen des Mangels eigner Erfahrungen und Präparaten nicht zu deuten.

§. 135. So ist denn das Gesicht von seiner weitesten Bedeutung, welche wir bei den höheren Wirbelthieren kennen gelernt, zunächst stufenweise zu einer einfacheren herabgestiegen. Bei den Fröschen konnte man noch eine gewisse Annäherung an die höhere Wirbelthier-Abtheilung entdecken. Bei den geschwänzten Batrachiern nahm das Gesicht noch innigeren Antheil an der Mundhöle. Bei den Gräthenfischen wird diese Theilnahme auffallend beschränkt. Bei den höheren Knorpelfischen (Stör etc.) steht das Gesicht in seiner einfachsten Bedeutung, als Geruchswerkstätte, ganz isolirt da. Bei den Hayfischen markiren sich nur noch einige Gesichtsbestandtheile als nicht individualisirte Fortsätze des ersten Schädelwirbels, um endlich bei den Myxinoiden etc. ein gleiches Schicksal mit allen sekundären Gebilden des Wirbelskeletes zu erleben: ihre Spuren sind nicht mehr zu finden.

*) Das Geruch-Labyrinth erzeugt demnach seine Hartgebilde (*Os ethmoideum*) überall bei den höheren Wirbelthieren, und hier tritt auch immer die Ossification ein. Bei den nackten Amphibien entstehen nur fasrig-knorplige Stützen der Riechhaut. Bei den Gräthen- und höheren Knorpelfischen ist die faltige Riechhaut ohne Hartgebilde in den Nasengruben gelagert. Bei den niederen Knorpelfischen wird das *Os ethmoideum*, während die Gesichtsbestandtheile hinschwinden, von neuem kräftiger ausgebildet.

Erklärung zu den Abbildungen.

A.

Allgemein gültige Bezeichnungen der Tab. I. u. II.

R. Die Rückenplatten des Kopfes und Rumpfes.
T. Die Visceralplatten am Kopfe und Rumpfe.
W. Rumpfwirbel.
O. *Membrana reuniens superior* Rathk.
I. *Membr. reuniens inferior.*
S. Die Stirnwand, der vordere Schluss der Rückenplatten des Kopfes.
M. Der vordere Eingang zur Kopf-Visceralhöle, die Mundöffnung.
Y. Die erhabene Wulst, welche durch das Herz mit seinen Aortenbogen hervorgetrieben wird.
G. Aeussere Kiemen.
K. Der häutige Kiemendeckel.
H. Das Herz.
B. Die Kiemenbogen.
Z. Die Zunge.
φ. Das Auge.
χ. Das Ohr-Labyrinth.
r. Die äussere Nasenöffnung.

Zur Schädelhöle:

D. Die häutige Schädeldecke.
L. Die Seitenwände des Schädelgewölbes und
C. Die Schädelbasis, beide vor der Abscheidung in Wirbel-Abtheilungen.
β. Die Basis oder der Wirbelkörper des ersten Schädelbogens, der vordere Keilbeinkörper.
β^2. Die Basis des zweiten Schädelwirbels, der hintere Keilbeinkörper.
β^3. Der Körper des dritten Schädelwirbels, die Basis des Hinterhauptsbeines, im rudimentären Zustande bei den entwickelten Batrachiern.
σ. Die ersten Seitentheile des Schädels, die vorderen Keilbeinflügel.
σ^2. Die Seitentheile des zweiten Schädelwirbels, die hinteren Keilbeinflügel. Sie sind bei den nackten Amphibien schon vor ihrer Absonderung durch die Ohr-Labyrinthe verdrängt.
σ^3. Die Seitentheile des dritten Schädelwirbels, die *Partes condyloideae* des Hinterhauptsbeines.

o. Die oberen Schlussstücke des ersten Schädelwirbels, die Stirnbeine.
o^2. Die zweiten oberen Schlussstücke des Schädels, die Scheitelbeine.
o^3. Das obere Schlussstück des dritten Schädelwirbels, die Schuppe des Hinterhauptsbeines, im rudimentären Zustande bei den ausgebildeten Thieren.

Zur Visceralhöle des Kopfes.

f. Der erste Visceralfortsatz.
f^2. Der zweite.
b. Der erste Visceralbogen oder der untere Bogen des ersten Kopfwirbels. Derselbe zerfällt während der Chondrose:

λ. Gaumenbein.
π. Flügelbein.
ϱ. Quadratbein.
μ. Meckelscher Knorpel.

(ϱ, μ:) geschwänzte Batrachier.
(λ, π, ϱ, μ:) ungeschwänzte Batrachier.

Die Aussengebilde des ersten Visceralbogens nach Analogie des Brust- und Becken-Gürtels sind:

τ. Das *Os tympanicum* an der äusseren Fläche des Quadratbeines.
ε. Der untere Kiefer an der äusseren Fläche des Meckelschen Knorpels.
α. Die unteren Zwischenkiefer an der äusseren Fläche des Vereinigungsstückes beider Meckelschen Knorpel.

b^2. Der zweite Visceralbogen oder der untere Bogen des zweiten Kopfwirbels. Er zerfällt:

υ. Die obere, knorplige Abtheilung, welche für die Gehörknöchelchen bestimmt ist (*Columella*, *stapes* der höheren Wirbelthiere).
δ. Das Suspensorium des Zungenbeines.
$\varkappa$. Der Körper des Zungenbeines.

Zu den Aussengebilden des zweiten Visceralbogens gehört der später verschwindende häutige Kiemendeckel (K).

b^3. Der Kiemenbogenträger, das Analogon des dritten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere. An ihm unterscheiden wir:

η. Den mittleren Theil, welcher die drei eigentlichen Kiemenbogen trägt, und
ϑ. den uneigentlichen vierten Kiemenbogen, das Verbindungsstück mit der Visceralplatte des Rumpfes.

g. Die erste Visceralspalte,
g^2. Die zweite oder die äussere Kiemenspalte.

Zum Gesicht.

n. Die Nasen- oder vorderen Stirnfortsätze, — n′. Die Hartgebilde derselben.
m. Die Bildungsmassen der Oberkiefer, — m′. Die Hartgebilde derselben.
v. Die Bildungsmasse der Gesichtsbasis, — v′. Das Hartgebilde derselben.
z. Die Bildungsmasse der oberen Zwischenkiefer, — z′. Die Hartgebilde derselben.
x. Die Bildungsmasse der Thränenbeinchen (Tritonen), — x′. Die Hartgebilde derselben (Tritonen).

Besondere Erläuterungen zu Tab. I. und II.

Tab. I.

Zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes der ungeschwänzten Batrachier.

Fig. 1. Ein Embryo von *Rana fusca,* ungefähr 1½ Linien lang, von den ihn noch umgebenden Eihüllen befreit und vergrössert dargestellt. Rechte Seiten-Ansicht mit gleichzeitiger Berücksichtigung der vorderen Fläche des Embryonal-Körpers. — Die schwarze Umhüllungshaut ist noch nirgend lostrennbar. Frühste Andeutung der Rücken- und Visceralplatten des Kopfes und Rumpfes (R, T), welche sich sogleich von der Dotterkugel loswinden. Erste Spur des Auges (φ)

a. Die Saugnäpfchen in der Entstehung,

c. Das, von den Falten der schwarzen Umhüllungshaut gebildete, noch längliche Grübchen derselben.

Fig. 2. Derselbe Embryo, wie in Fig. 1. Die rechte Kopfhälfte ist durch einen senkrechten Schnitt mit der Scheere weggenommen. Es wird der innere Raum der Schädel- und Visceralhöle, so wie die innere Fläche des linken Auges, und darunter der kleinen Spur des linken Visceralstreifens am vorderen Ende sichtbar. Die inneren Räume sind von nicht unterscheidbarer Bildungsmasse angefüllt.

a. Die innere Fläche des linken Saugnäpfchens, welche die gleichnamige des rechten berührt.

Fig. 3. Ein Embryo desselben Frosches von ungefähr zwei Linien. Die schwarze Umhüllungshaut ist noch fest. Rechte Seiten-Ansicht. Beginnende Ausprägung der Wirbel am Rumpfe (W). Die erste Spur der Nasen- oder vorderen Stirnfortsätze (n), und des ersten Visceralfortsatzes (f).

a. Das Saugnäpfchen.

Fig. 4. Ein Embryo desselben Frosches von ungefähr 2½ Lin. Länge, mit besonderer Rücksicht der vorderen Fläche des Kopfes dargestellt. Die schwarze Umhüllunghaut ist noch fest. Der ersten Visceralfortsätze (f) sind deutlicher, haben die schon mehr abgerundeten Sauggrübchen (a) hinunter gedrängt, und zwischen ihnen ist der vordere perpendikuläre Eingang zur Kopf-Visceralhöle (M).

Fig. 5. Ein Embryo von *Rana fusca,* der die Eihüllen schon selbstständig durchbrochen hat. Eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 1. Die schwarze Umhüllunghaut ist hier fest, doch an einzelnen Stellen schon lostrennbar.

a. Die Sauggrübchen, noch weiter nach unten gedrängt und vollständig ausgebildet.

Fig. 6. Derselbe Embryo, wie in fig. 5; anatomisch ähnlich behandelt, wie der Embryo in Fig. 2; daher auch dieselbe Ansicht. In der Schädelhöle markiren sich die drei Wirbelbogen, entsprechend den drei Haupt-Abtheilungen des Gehirnes; davor der linke Nasenfortsatz (n). In der Visceralhöle lässt sich das Herz mit seinen Gefässen noch nicht freilegen. An der inneren Fläche des ersten, linken Visceralfortsatzes (f) ist die schwarze Umhüllungshaut nicht vorhanden. Nur unter dem Nasenfortsatze (n) liegt

sie fester und etwas faltig in der Nähe der Ursprungsstelle des ersten Visceralfortsatzes. Dies ist der Ort (c), wo die Nasenhöle formirt wird.

a. Das linke Sauggrübchen.

c. Die Stelle, wo die Nasenhöle gebildet wird.

Fig. 7. Ein Embryo von *Rana fusca;* ungefähr 4½ Lin. lang. Linke Seiten-Ansicht. Die schwarze Umhüllungshaut und die schon deutliche *Cutis* ist wegpräparirt; man hat nur die Rücken- und Visceralplatten mit ihren Entwickelungen und die *Membranae reunientes Rathkenii* vor sich. Die typische Konformation des Kopfes geht ihrer Vollendung entgegen. Ueber die durch c in Fig. 6 bezeichnete Stelle hat sich der Bildungsstreifen des Oberkiefers, von der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens (b) entspringend, mit dem Nasenfortsatze in Verbindung gesetzt, und so den Grund zur Nasenhölen- und Gesichtsbildung gelegt. Auch der zweite Visceralfortsatz (f^2) ist bereits vorhanden. Die Aortenbogen sind in der zweiten Visceralspalte (g^2) schon darstellbar, und treiben die schwarze Umhüllungshaut etwas nach aussen. Auch das Ohrlabyrinth kann jetzt deutlich unterschieden werden.

a. Die weissliche Bildungsmasse zwischen der Stirnwand und den Nasenfortsätzen, welche später verschwindet.

c. Anlage der vorderen Rumpf-Extremität.

d. Uebergang der *Membrana reuniens inferior* von dem zweiten Visceralbogen in zwei Blätter zur unteren Vereinigungshaut und der Visceralplatte des Rumpfes. Sie bilden die Herzhöle. Das obere Blatt wird zum Kiemenbogenträger.

Fig. 8. Ein Embryo von *Rana fusca,* an welchen schon zwei äussere Kiemen hervorgetreten sind. Die schwarze Umhüllungshaut ist hier, wie in allen folgenden Figuren weggenommen. Nur an den Kiemen ist die Abtrennung nicht möglich. Rückenlage, so zwar, dass die untere Fläche und auch etwas die linke Seite sichtbar wird. Der obere Zwischenkiefer (z) ist in der Bildung begriffen, linkerseits aber losgetrennt. Der vordere Eingang zur Visceralhöle (M) beginnt aus einem mit vier abgestumpften Ecken versehenen Quadrangulum in die horizontal-gelegene Mundspalte sich zu verwandeln. Der häutige Kiemendeckel (K) ist bereits hervorgewachsen.

a. Die weissliche Bildungsmasse, wie in Fig. 7.

c. Die Stelle, wo die Sauggrübchen festsitzen.

Fig. 9. Der Embryo in fig. 8 ist hier anatomisch so behandelt, dass die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle zur Anschauung kommt. Zu dem Ende ist der Embryo auf dem Bauche gelagert, die Schädelhöle senkrecht durchschnitten, und ihre Hälften auseinander gebreitet. Die erste Visceralspalte (f) ist häutig verwachsen; auch die obere Abtheilung des ersten Visceralbogens (Quadratbein) hat sich mit der gleichen des zweiten in Verbindung gesetzt.

a. Die uneigentlich sogenannten unteren Zwischenkiefer der Frosch-Larve, welche aus der Vereinigungstelle der beiden ersten Visceralfortsätze sich herausbilden.

c. Das obere Blatt der Herzhöle, das von der *Membrana reuniens inferior* der zweiten Visceralfortsätze ausgeht.

d. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

e. Die Spalten der Aortenbogen.

h. Die Aortenbogen selbst.

Fig. 10. Ein etwas älterer Embryo; als der vorhergehende, sonst auf dieselbe Weise anatomisch behandelt. Die oberen Zwischenkiefer (z) haben sich bereits über den ersten Visceralfortsatz bis zum uneigentlichen unteren Zwischenkiefer der Frosch-Larve ausgedehnt. Die zweiten Visceralfortsätze (f^2) sind schon vereinigt. Das obere Blatt der Herzhöle ist weggenommen.

a. Das Herz.

c. Die Aortenbogen.

d. Das untere Blatt der Herzhöle.

e. Innere Oeffnung der Nasenhölen.

Fig. 11. Ein etwas älterer Embryo, als der in der vorigen Figur dargestellte. Die linke Seitenwand der Kopf-Visceralhöle ist durchgeschnitten, und der Embryo alsdann so ausgebreitet, dass die äussere Fläche der Visceralhöle und die rechte Seite des Schädels sichtbar wird. Man sieht das Verhältniss der Visceralbogen zum Auge- und Ohr-Labyrinth. Auch der häutige Kiemendeckel (K) ist in seiner grössten Ausbildung vorhanden. Das untere Blatt der Herzhöle ist entfernt.

a. Das obere Blatt der Herzhöle, dessen Bildungsmasse an den Rändern etwas konsistenter geworden ist.

c. Das Herz.

d. Die Aortenbogen, an welchen die Bildungsmasse der Kiemenbogen schon sich markirt hat.

Fig. 12. Die ausgebildete Larve einer *Rana fusca*. Die typische Konformation ist vollendet; es sind schon drei äussere Kiemen vorhanden und die Sonderung der Bildungsmasse hat bereits begonnen. Die schwarze Umhüllungshaut mit der Cutis ist abgestreift; desgleichen auch die braungefärbten, hornigen Lamellen, welche der Larve als Fresswerkzeuge dienen. Die Lagerung der Larve ist von der Art, dass die rechte Seite und etwas die untere Fläche sich präsentirt.

a. Die uneigentlich sogenannten unteren Zwischenkiefer der Frosch-Larve.

c, d, e, h. Die sichtbar gewordenen Muskel-Partieen des Kopfes.

p. Flossenartige, häutige Erweiterungen des Rumpf-Wirbelsystems.

Fig. 13. Die untere Fläche der häutig-knorpligen Schädelbasis der Froschlarve in Fig. 12. Die Kopf-Visceralhöle ist ganz abgetrennt, das Gehirn herausgenommen. Das knorplige Ohrlabyrinth (χ) und das Auge (φ) befinden sich lose an der äusseren Schädelwand anliegend.

a. Die häutigen, schwärzlich tingirten Massen des Geruch-Labyrinthes.

c. Die Stelle, bis zu welcher die grossen Hemisphären des Gehirnes sich ausdehnen.

Fig. 14. Eine Larve von *Rana fusca* in gleicher Ausbildung mit der in Fig. 12 und 13. Die Darstellung beabsichtigt das Verhältniss der Ansatz-Stellen beider Visceralbogen an den Schädel, von der inneren Fläche der Kopf-Visceralhöle aus, zur Anschauung zu bringen. Zu diesem Endzweke sind die unteren Schluss-Partieen der Visceralbogen weggeschnitten, und die Ueberbleibsel, nachdem die Larve auf dem Rücken gelagert war, ausgebreitet. Die Augen (φ) schimmern wegen ihrer schwarzen Massen hindurch. Die Visceralbogen sind schon etwas knorplig geworden.

a. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

c. Rudimente der vorderen Rumpf-Extremität.

Die Fig. 1—15 gehören zur Erläuterung der rein typischen Konformation des Kopfes. Theil I. Kapit. 1.

Fig. 15. Das vergrösserte, noch unvollendete Kopfskelet einer Larve von *Rana fusca*, bei welcher die Knorpelmasse der Visceralbogen bereits in einzelne Abtheilungen sich geschieden hat (Theil I. S. 27—34). Das Auge und Gehirn sind sammt den übrigen Weichtheilen entfernt. Nachdem die rechte Seitenwand der Kopf-Visceralhöle durchschnitten, ist das Kopfskelet so gelagert, dass die innere Fläche der Visceralhöle sich präsentirt. Im noch häutigen Zustande befinden sich gegenwärtig folgende Bildungs-Bestandtheile: die Bildungsmasse des oberen Kiefers (m), die oberste Partie des ersten Visceralbogens, welche sich zum Flügel- und Gaumenbein metamorphosirt (c), die oberste Abtheilung des zweiten Visceralbogens (v) und der Kiemenbogenträger (b^3). — ϱ, μ, δ, $\varkappa$, z′, sowie die Schädelbasis und Kiemenbogen sind knorplig.

a. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

c. Die häutige, brach liegende Partie des ersten Visceralbogens.

d. Der an der äusseren Fläche mehr sichtbare *Processus orbitalis* des Quadratbeines.

e. Der uneigentliche, untere Zwischenkiefer der Froschlarven.

h. Der Verbindungs-Fortsatz des Quadratbein-Knorpels mit der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens und mit dem Zungenbein-Suspensorium.

p. Der hintere Fortsatz der oberen Extremität des Zungenbein-Suspensoriums, an welchen sich besonders der Aufheber des heutigen Kiemendeckels befestigt.

y. Die braungefärbten hornigen Lamellen, die Fresswerkzeuge der Frosch-Larven.

t. Augenhöle.

Fig. 16. Vollendetes Knorpelskelet (Theil I. S. 34—38) des Kopfes einer Larve von *Rana temporaria* etwas vergrössert. Das Gehirn sammt der noch häutigen Schädeldecke, das Auge und das Geruch-Labyrinth sind entfernt. Die linke Seitenwand der Kopf-Visceralhöle ist durchschnitten und durch Ausbreitung die äussere Fläche derselben und des Schädels zur Anschauung gebracht. Man sieht auch die knorpligen Nasenbeine (n′) der Frosch-Larven. Ueberhaupt ist Alles knorplig, was man vor sich sieht, nur der Kiemenbogenträger noch nicht vollständig.

d, e, h, p, t bezeichnen dasselbe wie in Fig. 15.

a. Die noch unförmliche knorplige Masse, aus welcher späterhin das Gaumen- und Flügelbein sich entwickeln.

c. Die Gelenkverbindung zwischen dem Meckelschen und Quadratbein-Knorpel.

y. Die Gelenkverbindung des Zungenbein-Suspensoriums mit dem Quadratbeinknorpel.

s. Der nach hinten gerichtete Gelenk-Fortsatz des Meckelschen Knorpels.

Fig. 17. Die Muskeln des Kopfes einer Larve von *Rana fusca*. Sie ist in gleichem Entwickelungszustande mit der Frosch-Larve der Fig. 16, und dient zur Erläuterung des in §. 24 des ersten Theiles Angeführten. Der Kopf ist auf die Rückenfläche gelegt.

a. Der untere Zwischenkiefer der Larve.

c. Vordere Extremität des Rumpfes.

d. Der im genannten Paragraphen unter a. beschriebene Vorwärtszieher des Meckelschen Knorpels und unteren Zwischenkiefers.

e. Ein kleiner Muskel, welcher unter b. ebendaselbst angeführt ist und den unteren Zwischenkiefer erweitert.

h. Der unter c. beschriebene Muskel, welcher den Meckelschen Knorpel zurückzieht.

i. Der unter d. angeführte Zurückzieher des Meckelschen Knorpels.

p. Der Zurückzieher des unteren Zwischenkiefers und des Meckelschen Knorpels, welchen wir unter e beschrieben.

t. Der Aufheber des häutigen Kiemendeckels (f).

s. Der Niederdrücker desselben (g).

y. Weissglänzendes Ligament, welches den oberen Zwischenkiefer an das Quadratbein befestigt.

Fig. 18. Der Kopf einer Kröten-Larve (*bufo igneus*), welche sich gerade in dem Stadium der Metamorphose zum entwickelten Thiere befindet (Theil I. S. 41—44). Die braungefärbten hornigen Lamellen sind mit der Verkümmerung der schwarzen Umhüllungshaut verschwunden. Die Cutis ist abgestreift. Man hat die untere Fläche und die linke Seite des etwas vergrösserten Kopfes zur Ansicht. Man sieht die beginnende Erweiterung der Mundöffnung und das Verhalten der schon etwas knöchern gewordenen Bildungsstreifen des oberen (m') und unteren (ε) Kiefers und des *Os tympanicum* (τ).

a. Die uneigentlichen unteren Zwischenkiefer der Froschlarve, welche jetzt anfangen ihre Individualität aufzugeben und den Meckelschen Knorpeln, als dem gemeinsamen Schlussstück derselben, sich einzuverleiben.

c. Die knorpligen, horizontalen Theile der oberen Zwischenkiefer.

d. Das Ueberbleibsel des Muskels, welchen wir in Fig. 17 mit demselben Buchstaben bezeichneten.

e. Der *Processus orbitalis* des Meckelschen Knorpels, welcher seine Lage und Form schon verändert hat.

h. Der hintere Fortsatz des oberen Endes vom Zungenbein-Suspensorium.

Der Quadratbein- und Meckelsche Knorpel, so wie das Zungenbein-Suspensorium sind nur als durchschimmernd anzusehen.

Fig. 19. Die äussere Fläche des Kopf-Skelets der in Fig. 18 dargestellten Kröten-Larve. Die rechte Wand der Kopf-Visceralhöle ist durchschnitten. Man sieht die schon verknöcherte Schädeldecke. Auch die Nasenbeine (n') haben die Ossification begonnen. Die breiteren Knorpel sind zum Unterschiede locker punktirt. Die obere Abtheilung des zweiten Visceralbogens (v), welche sich bei anderen Fröschen zu Gehörknöchelchen umwandelt, ist hier ihrer gänzlichen Auflösung nahe. Die Kiemenbogen sind weggenommen, der Kiemenbogenträger dagegen vollständig erhalten. Er ist, wie die einzelnen Theile beider Visceralbogen, noch ganz knorplig. Die Zunge ist im Entstehen.

a. Der untere Zwischenkiefer der Froschlarven.

c. Der *Processus orbitalis* des Quadratbeinknorpels.

d. Der Fortsatz des Kiemenbogenträgers, an welchen sich der erste Kiemenbogen befestigt.

e. Eine häutige Masse, über welcher die Zunge liegt.

Fig. 20. Dasselbe Kopfskelet von der inneren Fläche der Visceralhöle. Die Kiemenbogen haften am Kiemenbogenträger. Das Entstehen des Gaumen- und Flügelbeines

(λ. π.) aus der oberen unförmlichen Knorpel-Partie des ersten Visceralbogens (Fig. 16. a). Das Verhältniss des sogenannten *sphenoideum basilare* (d) bei den Froschlarven.

a. Der frühere, untere Zwischenkiefer der Larve.
c. Der *Process. orbitalis* des Quadratbeinknorpels.
d. Das *sphenoideum basilare*, noch lose an der knorpligen Schädelbasis anliegend.
e. Die Schleimhaut, in welche er übergeht.
h. Das *foramen ovale* des Gehör-Labyrinthes.
p. Muskel-Partie des mit d in Fig. 18 bezeichneten Muskels.
y. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

Die Fig. 19 und 20. Zur Erläuterung der S. 44—49. Theil I.

Fig. 21. Ein Theil der Schleimhaut aus der Kopf-Visceralhöle mit dem sogenannten *sphenoideum basilare* von einer jungen Froschlarve. Der Knochen ist noch in der Vergrösserung begriffen, und man sieht um ihn herum einen durchsichtigeren Theil der Schleimhaut, welcher dazu verwendet werden soll.

a. Das sogenannte *sphenoideum basilare*.
c. Der zur Erweiterung der Knochen schon veränderte Theil der Schleimhaut.
d. Schleimhaut.

Fig. 22. Das Flügelbein (π), der rudimentäre Quadratbeinknorpel (ϱ) und das Paukenbein (τ) einer beinahe ausgebildeten *Rana fusca*. Das Paukenbein ist von dem Quadratbeinknorpel abgenommen.

Fig. 23. Das Kopfskelet eines jungen *Bufo igneus* etwas vergrössert. Man sieht die innere Fläche der linkerseits durchschnittenen und geöffneten Kopf-Visceralhöle. Die Metamorphose zum entwickelten Thiere geht ihrer Vollendung schon stark entgegen (Theil I. S. 49—54). Die Kiemenbogen sind nur noch als Rudimente vorhanden. Auch der Quadratbeinknorpel hat sich mehr und mehr mit den anhangenden Theilen zurückgezogen und ist rudimentär geworden; dagegen Gaumenbein, Flügelbein und der Meckelsche Knorpel bedeutender entwickelt sind. Das Zungenbein-Suspensorium ist vollständig ausgebildet. Der vierte uneigentliche Kiemenbogen beginnt seine Umwandlung zum hinteren Horn des Zungenbeines und ist schon etwas ossifizirt. — Man sieht endlich in vorliegender Figur das Verhältniss der *Cartilagines arytaenoideae* (d) zu den Lungen (c) und beider Theile zusammen zu der Schleimhaut des *Tubus intestinalis* (p). Auf der rechten Seite ist letztere von dem Kiemenbogenträger und den giessbeckenförmigen Knorpeln losgelöset.

a. Der frühere untere Zwischenkiefer der Froschlarve.
c. Die Lungen.
d. *Cartilagines arytaenoideae*.
e. Die noch etwas markirten, lockeren Massen von dem aufgesogenen Theile des Zungenbein-Suspensoriums.
h. Der noch häutige Fortsatz des Flügelbeines zum Ohrlabyrinthe.
p. *Tubus intestinalis*.

Fig. 24. Das Kopfskelet einer jungen, doch vollkommen ausgebildeten *Rana fusca* (Theil I. Kapit. III.). Die linke Wand der Visceralhöle ist vom Schädel abgelöset und der Kopf auf die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle ausgebreitet, so dass die äussere zur Anschauung kommt. Die knorpligen Theile sind locker punktirt.

a. Das Residuum des uneigentlich sogenannten unteren Zwischenkiefer der Froschlarve.

c. Diejenige Partie des ersten Seitentheiles der Schädelhöle, welche bei älteren Individuen sehr kräftig ossifizirt wird.
d. Augenhöle.
e. Die Geruchhölen. Die Labyrinthe sind entfernt.
ϱ. Das rechte, noch knorplige Quadratbein, welches nur mit seinem Gelenkstücke frei ist, im Uebrigen vom Paukenbein bedeckt wird.

Tab. II.

Zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes der geschwänzten Batrachier.

Die Untersuchungen sind meistentheils am *Triton taeniatus* und nicht, wie wir angegeben, am *Tr. cristatus* gemacht; denn letzterer ist hier seltner zu finden.

Die Fig. 1—14 betreffen die rein typische Konformation des Kopfes. S. 75—93.

Fig. 1. Ein Embryo des *Triton cristatus*, von ungefähr 1½ Linien Länge, vergrössert dargestellt. Die Eihüllen sind entfernt. Linke Seiten-Ansicht. Frühste Andeutung des Kopf-Visceralstreifens (T). Das Auge deutlich, doch ohne Färbung. An den Rücken- und Visceralplatten des Rumpfes (R, T) erste Spuren einer Wirbel-Abzeichnung. Das schmarotzerartige Umwachsen der Rücken- und Visceralplatten um die Dotterkugel im Gegensatz zu den Fröschen Tab. I. Fig. 1. 2. etc. Die *Membrana reuniens superior* (O), hier ansichtlicher als bei den Fröschen.

Fig. 2. Ein um Weniges älterer Embryo als der vorige von *Triton taeniatus*. Die Eihüllen sind weggenommen. Ansicht der unteren Fläche und etwas von der linken Seite. Bei dieser Lagerung ist die Kopf-Visceralplatte nicht zu erkennen.

Fig. 3. Ein ungefähr 2½ Linien langer Embryo von *Triton cristatus*. Nach Entfernung der Eihüllen, Rückenlagerung des Embryo; stärker hervortretende Visceralplatten des Kopfes (T), welche im Begriff stehen den Visceralfortsatz zu entwickeln. Die erhabene Wulst von dem Herzen und den Aortenbogen (Y) ist schon etwas zurückgedrängt. Auge noch ohne Färbung.

a. Das Schwanzende, an der Dotterkugel festliegend.

Fig. 4. Ein Embryo von *Triton taeniatus*, von der Cutis und den Eihüllen befreit, und nur wenig älter als der in Fig. 4. Linke Seiten-Ansicht. Das Ohr-Labyrinth (χ) ist schon markirt. Beginnendes Hervortreten des ersten Visceralfortsatzes. Der Embryo fängt an von der Dotterkugel sich loszuwinden.

Fig. 5. Ein ungefähr drei Linien langer Embryo von *Triton taeniatus*. Die Eihäute sind zuerst entfernt; dann der Embryo in schwachem *Acidum nitricum* erhärtet; darauf die Cutis abgelöset. Getheilte Ansicht auf die untere Fläche und die linke Seitenwand. Die Nasenfortsätze (n) sind hervorgebildet, die ersten Visceralfortsätze bedeutend entwickelt. An der erhabenen Wulst (Y) sind die länglichen Streifen von den Aortenbogen hervorgetrieben. Das Auge ist schon schwärzlich-grau tingirt.

Fig. 6. Ein Embryo von *Triton cristatus*, ungefähr von derselben Entwickelungsstufe, wie in Fig. 5 der Embryo des *Triton taeniatus*. Linke Seiten-Ansicht. Das eigenthümliche Verhalten der Rumpfwirbel.

Fig. 7. Ein ungefähr 4 Linien langer Embryo von *Triton taeniatus* nach Hinwegnahme der Eihüllen und der Cutis, vergrössert dargestellt. Rückenlage. Der erste Visceral-

bogen ist beinahe ausgebildet; die hervorgetretenen zweiten Visceralfortsätze (f^2) werden noch durch die *Membrana reuniens inferior* verbunden. Die Bildungsmassen der Oberkiefer (m) sind entwickelt, und setzen sich mit den Nasenfortsätzen in Vereinigung. Die Mundöffnung bildet ungefähr ein Viereck (M).

Fig. 8. Der vielfach vergrösserte Kopf eines *Triton taeniatus*, älter als der in Fig. 7. Die Eihüllen und die Cutis sind abgelöset, nach vorangegangenem Erhärten in Salpetersäure. Die Ansicht der unteren Fläche und auch etwas von der rechten Seite. Es waren geringe Spuren von äusseren Kiemenstummeln sichtbar. Der erste Visceralbogen (b) ist vollendet, die zweiten Visceralfortsätze sind in der Vereinigung begriffen. Entstehen des häutigen Kiemendeckels (K), und der Kopf-Extremität der jungen Tritonen (a). Die Mundöffnung beginnt horizontal zu werden.

a. Die Kopf-Extremität der jungen Tritonen.
c. Aortenbogen.
d. Grenze der Stirnwand (S).

Fig. 9. Ein Embryo des *Triton taeniatus*, welcher eben von den Eihüllen sich befreit hat. Die Cutis ist abgelöset. Rückenlage. Die typische Konformation ist ihrer Vollendung nahe. Der zweite Visceralbogen (b^2) ist vollendet, der Kiemendeckel ausgebildet, die äusseren Kiemen (G), und darunter die vordere Rumpf-Extremität (c) sind deutlich im Entstehen. Auch die Bildungsmassen der oberen Zwischenkiefer (z) beginnen sich hervorzubilden, und die Mundöffnung wird horizontal, beinahe halbmondförmig. Die erste Kiemenspalte (f) ist geschlossen.

a. Die Kopf-Extremität schon ausgebildet.
c. Die vordere Extremität des Rumpfes.
d. Spalte zwischen den Nasenfortsätzen.
x. Die kleine Erhabenheit der Bildungsmasse für das Thränenbeinchen (Thränenbeinfortsatz).

Fig. 10. Derselbe Embryo wie in Figur 9. Ansicht der inneren Fläche der Kopf-Visceralhöle. Zu dem Ende der Embryo auf den Rücken gelegt, die Seitenwand der Visceralhöle rechts durchschnitten und zurückgeklappt.

a c, wie in der Fig. 9.
d. Oberes Blatt der Herzhöle, woraus sich der Kiemenbogenträger entwickelt.
e. Aortenbogen.
h. Durchschnittsflächen.

Fig. 11. Die innere Fläche der Visceralhöle eines nur wenig älteren *Triton taeniatus*, als der in Fig. 10. Der junge Triton ist auf die Bauchfläche gelegt, die Rückenplatten sind senkrecht durchschnitten und auseinander geklappt.

a, c, d, e, wie in der vorigen Figur.
h. Die Durchschnittsfläche der Rückenplatten.

Fig. 12. Ein junger, etwas vergrösserter *Triton taeniatus*, welcher schon zwei Tage ausserhalb der Eihüllen gelebt hat. Man sieht die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle. Die anatomische Behandlung ist zu dem Ende ebenso, wie in Fig. 10. Die Schleimhaut ist abgelöset. Die typische Konformation ist vollendet. Der obere und untere Zwischenkiefer sind ausgebildet (z, *a*).

a, c, e, wie in Fig. 10, 11.

d. Das untere Blatt der Herzhöle, das obere ist weggenommen.

h. Die Durchschnittsflächen.

Fig. 13. Der junge Triton der vorigen Figur, ganz unversehrt, nur die Cutis ist abgezogen. Rückenlage.

a, c, e wie in der vorigen Figur.

b. Die untere Fläche des unteren Blattes der Herzhöle.

Fig. 14. Ein junger *Triton taeniatus*, bei welchem schon die Sonderung der Bildungsmasse bereits begonnen hat. Die Cutis ist überall abgezogen, nur nicht an den äusseren Kiemen, wo sie untrennbar festhaftet. Rückenlage. Entstehen der knorpelartigen Bildungsstreifen des unteren Kiefers und Zwischenkiefers (ε, α). Die Mundöffnung ist vollständig ausgebildet.

a, c, wie in Fig. 13 etc.

e. Die durchschimmernde, weissliche Bildungsmasse, welche sich zur Entwickelung des vorderen Knochenblättchens vom unteren Zahngerüste der Schleimhaut angehäuft hat.

Fig. 15. Ein schon mehr herangewachsener junger *Triton taeniatus*, bei welchem die vordere Rumpf-Extremität (c) schon Fingerbildung zeigt, und die Kopf-Extremität (a) im Verkümmern begriffen ist. Man sieht die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle, bedeckt von der Schleimhaut mit ihrem Zahnskelete, welches noch nicht ganz vollendet ist. Die Knorpelmassen der Visceralbogen sind noch nicht in einzelne Abtheilungen geschieden. Der obere und untere Zwischenkiefer (z, α) sind bereits ossifizirt, mit kleinen Zähnchen besetzt. Die eigentlichen Kiemenbogen (B) sind entwickelt, fast knorplig und mit noch weichen Zackchen versehen. Der Kiemenbogenträger (b^3) in der Bildung begriffen.

a, c, wie in Fig. 14.

d. Die innere Oeffnung der Nasenhöle.

e. Das obere Blatt der Herzhöle, an welchem die Bildungsmasse an den Rändern sich angehäuft hat, um den Kiemenbogenträger (b^3) zu bilden.

h. Die Stelle, bis zu welcher die durchschimmernden grossen Hemisphären des Gehirnes reichen.

p. Das obere Zahngerüste der Schleimhaut der Kopf-Visceralhöle, schwach knöchern.

q. Das vordere Knochenblättchen des unteren Zahngerüstes, schwach knöchern.

t. Das hintere Knochenblättchen desselben, noch wenig entwickelt und hier etwas stärker markirt.

Fig. 16. Ein junger *Triton cristatus*, mehr entwickelt als der *Triton taeniatus* in Fig. 15. Die Kopfextremität ist verschwunden. Die vordere Rumpf-Extremität vollständig ausgebildet, die hintere in der Entwickelung begriffen. Ansicht der inneren Fläche der Kopf-Visceralhöle, von der Schleimhaut mit ihrem Skelete bedeckt. Die linke Wand der Visceralhöle ist abgelöset und zurückgeklappt.

a. Die Schleimhaut mit dem Zahnskelet.

b. Das vordere Knochenblättchen des oberen Zahngerüstes,

d. Das hintere Knochenblättchen desselben.

e. Das platte Knorpelstückchen des oberen Zahngerüstes, welches an dem Quadratbeinknorpel anliegt.

h. Das vordere Knochenblättchen des unteren Zahngerüstes der Schleimhaut,
q. Das hintere desselben.
q. Das Knorpelblättchen, welches die beiden hinteren Knochenblättchen des unteren Zahngerüstes verbindet.
t. Die von der Schleimhaut überzogene Vertiefung zwischen dem ersten und zweiten Visceralbogen.

Fig. 17. Das Präparat der Fig. 16 nach Hinwegnahme der Schleimhaut mit ihrem Zahnskelete. Die Schädeldecke ist noch häutig, die ersten und dritten Seitentheile des Schädelgewölbes sind knorplig, die Basis desselben bis zu dem dritten, knorpligen Wirbelkörper ist knöchern. In den Visceralbogen ist die Knorpelmasse schon längere Zeit in Abtheilungen geschieden, und das hier nicht sichtbare Paukenbein ist als knorpelartiger Bildungsstreifen vorhanden. Vom Kiemenbogenträger (b^3) hat sich schon das erste Knorpelstück abgesondert; das mit demselben parallel verlaufende sechste ist noch nicht vorzufinden; die übrigen, welche die Kiemenbogen tragen, und in den vierten uneigentlichen Kiemenbogen ausgehen, sind knorpelartiger Natur, doch nicht von einander geschieden. Das linke Auge ist herausgenommen.

a. Die horizontalen Fortsätze (sog. *Vomer*) der ersten Seitentheile des Schädelgewölbes.
c. Das *Foramen opticum* mit demselben.
d. Tiefer liegende häutige Massen.
e. Die noch häutige untere Wand der Nasenhölen.
h. Muskel-Partieen, welche den Unterkiefer-Apparat bewegen.
p. Das gesonderte, knorplige Stück des Kiemenbogenträgers.

Fig. 18. Die vergrösserte, losgelösete Basis des Schädels der Fig. 17. Es haften an ihr noch die knorpligen Ohrlabyrinthe, an Stelle der zweiten Seitentheile, und die knorpligen Seitentheile des dritten Schädelwirbels (σ^3). β, β^2, sind knöchern, β^3 knorplig.

Die knorpligen Theile sind zum Unterschiede von den knöchernen, wo es anging, gewöhnlich locker punktirt.

Fig. 19. Die losgelöseten ersten Seitentheile des Schädels und die oberen Zwischenkiefer von demselben Kopfe. σ ist knorplig, z' knöchern. An dem linken ersten Seitentheile ist noch der Quadratbeinknorpel befestigt.

a. Die horizontalen Fortsätze der ersten Seitentheile.
c. Die perpendikulären Theile des oberen Zwischenkiefers.

Fig. 20. Das vergrösserte obere Zahngerüste der Schleimhaut.

a. Die vorderen Stücke,
c. Die hinteren.
d. Das halb verknöcherte Knorpelblättchen der hinteren Stücke.
e. Die Trennungsnaht beider Stücke.

Fig. 21. Die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle eines *Triton taeniatus*, dessen Schädeldecke zum Theil verknöchert ist, und bei dem die hinteren Extremitäten schon fungiren. Die linke Visceralhölen-Wand ist abgelöset und zurückgeschlagen, und das Zahnskelet mit der Schleimhaut entfernt. Der zweite Wirbelkörper hat sich schon etwas seitlich und hinterwärts erweitert. Der Bildungsstreifen des Paukenbeines (τ) ist schon etwas ossifizirt.

a. Muskeln des Unterkiefers.
c. Strahlige Muskel-Partieen an der untern Fläche des häutigen Kiemendeckels.

d. Die horizontalen Fortsätze der ersten, noch knorpligen Seitentheile.

e. Die häutige untere Wand der Nasenhölen.

h. Zwei sich auszeichnende Knochenstreifen in dem zweiten Wirbelkörper.

Fig. 22. Der Kopf der Fig. 21. Ansicht auf die obere Fläche des Gesichts und Schädels. Die Nasenfortsätze und Oberkiefer sind noch häutiger Natur; die Stirnbeine (o) und Scheitelbeine (o^2) sind ossifizirt.

a. Die perpendikulären Theile der oberen Zwischenkiefer (z′).

c. Die, von den inneren Winkeln der Stirnbeine nach den perpendikulären Theilen der oberen Zwischenkiefer abgehenden, schmalen Fortsätze.

d. Der Raum zwischen den letztgenannten Fortsätzen.

Fig. 23. Die Ansicht auf die Oberfläche des Kopfes eines ausgebildeten, jungen *Triton taeniatus*. Die Augen sind herausgenommen. Die Schuppe des Hinterhauptsbeines ist nur rudimentär, zum Theil von den Scheitelbeinen bedeckt. Alles ist knöchern bis auf das Quadratbein und die Meckelschen Knorpel.

a, c, d, bezeichnen dasselbe, wie in Fig. 22.

e. Das zurückbleibende, dreieckige Knochenstückchen vom Knorpelblättchen des oberen Zahngerüstes der Schleimhaut, das sogenannte *Os pterygoideum* linker Seits.

h. Der fasrige Verbindungstheil des Oberkiefers mit dem Quadratbein.

Fig. 24. Die Ansicht auf die untere Fläche des Schädels und Gesichtes von demselben Triton. Die Basis des dritten Wirbels ist von der des zweiten bedeckt.

h, e, wie in Fig. 23.

a. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

c. Das Rudiment von dem vorderen Stücke des oberen Zahngerüstes (*Os palatinum seg.*); links ist es weggenommen.

d. Die horizontalen Fortsätze des ersten Seitentheiles der Schädelhöle,

p. Die des Oberkiefers,

q. Die des obern Zwischenkiefers.

t. Augenhölen.

τ. Das Paukenbein besteht noch aus zwei Stücken.

Fig. 25. Der ausgebildete Kiemenbogenträger mit dem Zungenbeinkörper der jungen Tritonen, im knorpligen Zustande.

a, c, d, die Stücke, welche Kiemenbogen tragen.

e. Das erste Stück des Kiemenbogenträgers, welches zum sogenannten vorderen Stücke des hinteren Zungenbeinhornes der Tritonen wird.

h. Das sechste Stück, welches in die *Columella* sich verwandelt.

ϑ. Das fünfte Stück oder der vierte uneigentliche Kiemenbogen, schon ohne Zackchen, welcher unserer Ansicht nach zum hinteren Stücke des hinteren Zungenbeinhornes wird.

Fig. 26. Das Zungenbein mit dem Kiemenbogenträger eines sehr jungen, aber schon ausgebildeten *Triton taeniatus*. Die knorpligen Partieen sind wiederum zum Unterschiede locker punctirt.

e, h, d, wie in voriger Figur.

a. Die zusammengeschrumpfte Knorpelmasse der drei Stücke des Kiemenbogenträgers, welche die eigentlichen Kiemenbogen trugen.

Fig. 27. Der Zungenbeinkörper mit dem rudimentären Kiemenbogenträger eines alten *Triton taeniatus.*

a, e, h, wie in Fig. 26.

Fig. 28. Darstelluug der Muskeln eines jungen mit Kiemen versehenen *Triton taeniatus*, welche bei der Verwandlung des Kiemen-Apparates zur Sprache kommen. Rückenlage des Kopfes. Der häutige Kiemendeckel ist linkerseits losgetrennt und zurückgeschlagen. (Theil I. S. 114—116).

c, h, wie in Fig. 27.

a. Der *Muscle temporo-guttural* und *stylosous-hyoidien Dug.* = *Constrictor pharyngis* und *mylohyoideus* des erwachsenen Triton.

c. Der *Adductor arcuum branchialium longus v. Sieb.* = *Musc. geniohyoideus* und *genioglossus* im ausgebildeten Zustande.

d. Der *Adductor arcuum branchialium brevis s. Muscle pre-stylo-prèbranchial Dug.*

p. Der *Adductor arcuum branchialium s. interbranchial. Dug.*

Die Muskeln d. und p. sollen nach unserer Ansicht beide zusammen den *Musculus ceratoglossus* Fig. 29. η. bilden.

i. Das untere Blatt der Herzhöle.

y. Aortenbogen.

Fig. 29. Darstellung der Muskeln in Fig. 25 eines alten *Triton taeniatus.* Wir bemerken hier, dass an vorliegendem Individuum das hintere Stück des hinteren Zungenbeinhornes rechterseits gänzlich fehlte. Es ist daher das fehlende Stück der Vollständigkeit wegen angedeutet. Die anatomische Behandlung ist wie in Fig. 28.

a. *Constrictos pharyngis et mylohyoideus.*

c. *Musculus geniohyoideus* und *genioglossus.*

q. *Musculus ceratoglossus.* Rechterseits ist er kürzer, und als aus dem *Adductor arcuum branchialium brevis* (Fig. 27. d.) allein entstanden, anzusehen.

e, h, wie in Fig. 58.

B.

Allgemeingültige Bezeichnungen der Tab. III.

Zur Schädelhöle.

I. β. Die Basis oder der Körper des ersten Schädelwirbels (Vorderes Körperstück vom Keilbein),

σ. Die vorderen Keilbeinflügel oder die Seitentheile, und

o. Die oberen Schlussstücke desselben oder die Stirnbeine.

II. β^2. Die Basis oder der Körper des zweiten Schädelbogens (Hinteres Körperstück vom Keilbein),

σ^2. Die hinteren Keilbeinflügel oder die Seitentheile und

o^2. die oberen Schlussstücke (Scheitelbeine) desselben.

ω^2. Die Schuppe des Schläfenbeines, ein accidentelles oberes Schlussstück im zweiten Schädelbogen. (Säugethiere, Vögel).

III. β^3. Die Basis oder der Körper des dritten Schädelbogens (des Hinterhauptsbeines).
σ^3. Die Seiten- oder Gelenktheile desselben.
o^3. Das obere Schlussstück oder die Schuppe des Hinterhauptsbeines.
ω^3. Die accidentellen oberen Schlussstücke im dritten Schädelbogen oder die *Partes mastoideae* des Schläfenbeines. (Säugethiere, Fische).

Zur Visceralhöle des Kopfes.

I. Die Hartgebilde des ersten Visceralbogens:
a. λ. Das Gaumenbein
π. Das Flügelbein
ϱ. Das Quadratbein (Ambos)
μ. Der Meckelsche Knorpel (Hammer, das Gelenkstück des Unter-Kiefer-Apparats)
(Quadratbein und Meckelscher Knorpel: niedere Wirbelthiere; alle vier: höhere Wirbelthiere und Frösche.)
b. Die Aussengebilde des ersten Visceralbogens, welche am Quadratbein und dem Meckelschen Knorpel den ersten Kopfgürtel bilden:
τ. Das Paukenbein (am Quadratbein), bei den Fischen *Praeoperculum*.
ε. Der untere Kiefer
α. Der untere Zwischenkiefer
(beide: am Meckelschen Knorpel.)

II. Die Hartgebilde des zweiten Visceralbogens:
a. ν. Die obere Abtheilung, aus welcher der *Stapes*, *Columella*, die Gehörknöchelchen der Frösche sich bilden; bei den Gräthenfischen, als Residuum, der *Processus styloideus* des Zungenbeinsuspensoriums.
δ. Das vordere Zungenbeinhorn. (Suspensorium).
$\varkappa$. Der vordere Zungenbeinkörper, oder der Zungenbeinkörper schlechtweg genannt, weil der hintere öfters fehlt.
b. Die Aussengebilde des zweiten Visceralbogens, welche nur bei den Fischen Skelettheile zu einem zweiten Kopfgürtel erzeugen. Es sind:
O. Das *Operculum*
S. Das *Suboperculum*
J. Das *Interoperculum*
(alle drei: an der oberen Abtheilung.)
R. Die *Radii branchiostegi* am Zungenbein-Suspensorium.

III. Die Hartgebilde des dritten Visceralbogens, des hintern Zungenbeinhornes (Suspensorium) und des hinteren Zungenbeinkörpers sind nirgend gezeichnet.
Statt dessen bei den niederen Wirbelthieren:
K. Der Kiemenbogenträger.

Zum Gesicht:
ma. Das sogenannte eigentliche Oberkieferbein, die vordere Abtheilung des genetischen Oberkiefers.
mp. Die hintere Abtheilung desselben, das Jochbein, Quadratjochbein, Quadratkieferbein etc.
n. Die Nasenbeine, der Nasenbeinknorpel des Hechtes, Barsches etc.
v. Die Gesichtsbasis.
z. Die oberen Zwischenkiefer.
x. Die Thränenbeinchen.

y. Der Lippenknochen der Fische.

Zu den Sinnesorganen:

χ. Das Ohrlabyrinth, *Pars petrosa* des Schläfenbeines.

ψ. Das Geruchlabyrinth, *Os ethmoideum.*

Besondere Erläuterungen zu Tab. III.

Zu den Bildungsgesetzen des Wirbelthier-Kopfes im Allgemeinen und seinen hauptsächlichsten Variationen durch die einzelnen Wirbelthier-Klassen.

Fig. I. Das Kopfskelet einer jungen *Coluber natrix.* Der Unterkiefer-Apparat und das Zungenbein ist hinweggenommen. Das Skelet ist auf die Oberfläche des Schädels und Gesichtes gelegt; man sieht die ganze obere Decke der Kopf-Visceralhöle. Linkerseits ist das so merkwürdig bei den Schlangen ossifizirte Geruch-Labyrinth (ψ), und das Gaumen- und Flügelbein sammt dem Oberkiefer und *Os transversum* aus ihrer natürlichen Lage gerückt. Auf diese Weise ist auch die untere Fläche des linken Nasenbeines (n) und Thränenbeines (x) zur Anschauung gebracht. Die Basis des Gesichtes und grösstentheils auch des ersten Schädelwirbels sind knorplig. Rechterseits bemerkt man die Theilnahme des *Os ethmoideum* an der oberen Decke der Kopf-Visceralhöle. Die hintere Abtheilung des genetischen Oberkiefers ist fasrig. (mp.)

a. Das *Os transversum.*

c. Der von dem inneren Rande der Nasenbeine herabsteigende Theil, welcher die Gesichtsbasis, als Nasenhölen-Scheidewand, unterstüzt.

d. Der Fortsatz vom zweiten Wirbelkörper des Schädels, welcher die meist knorplige Basis des ersten Schädelwirbels befestigt.

Fig. 2. Die Ansicht der Oberfläche desselben Kopfskelets. Linkerseits sind das Gaumen- und Flügelbein sammt dem Oberkiefer, *Os transversum* und Quadratbein wiederum seitlich aus ihrer Lage gerückt. Die Nasenbeine stehen in ligamentöser Verbindung mit den Oberkiefer-, Stirn- und Thränenbeinchen.

a. *Os transversum.*

b. Die *Processus orbitalis posterior.*

d. Augenhöle.

Fig. 3. Das Kopfskelet einer jüngeren *Lacerta agilis.* Man sieht die Oberfläche und etwas auch die rechte Seite des Schädels und Gesichtes. Der Unterkiefer-Apparat und das Zungenbein sind hier nicht vorhanden. Die gesonderten Randknochen über der Augen- und Schläfengrube sind durch eine stärkere Grenze markirt. Sie gehen von Rand-Erweiterungen der Stirn- und Scheitelbeine aus, deren e i g e n t l i c h e Grenze gleichfalls durch eine punktirte Linie bezeichnet ist. Die hintere Abtheilung des Oberkiefers, ist nur in der Nähe des eigentlich so genannten *Os maxillare superius* verknöchert (Jochbein), im Uebrigen ligamentös.

a. Augenhöle.

c. Schläfengrube.

d. *Ossa marginalia* der Augenhöle.

e. *Ossa marginalia* der Schläfengrube.

h. Die kleineren *Ossa marginalia,* zwischen denen der Augenhöle und Schläfengrube gelegen.

p. Ein Randknochen, welcher die Stelle des *Processus orbitalis posterior* vertritt.

q. *Processus temporalis posterior.*

r. Die Grenze, von welcher die Randerweiterungen der Scheitelbeine beginnen.

t. Ein Fortsatz des Oberkiefers, welcher mit p sich verbindet.

Fig. 4. Das Kopfskelet der Fig. 3. Die *Ossa marginalia* der Augen- und Schläfengrube sind weggenommen, und letztere dadurch ansichtlicher geworden. Der Oberkiefer ist aus seiner Lage gerückt, und so das Thränenbeinchen freier gemacht. Man sieht vorzüglich die rechte Seite, weniger die Oberfläche. Die Seitentheile des ersten und zweiten Schädelwirbels, und die Basis des ersten sind häutig-fasrig.

q. t. wie in voriger Figur.

a. Das *Os transversum.*

c. Die *Columella.*

p. Der Fortsatz des Flügelbeines, welcher mit dem *Os transversum* sich verbindet.

Fig. 5. Die untere Fläche des Gesichtes und Schädels derselben *Lacerta agilis.* Die Basis des Gesichtes und ersten Schädelwirbels sind häutig-knorplig.

a. *Os transversum.*

c. Innere Oeffnung der Nasenhöle.

d. Die Scheidegrenze der beiden Stücke des Gaumenbeines der Eidechsen.

Fig. 6. Das Kopfskelet eines jungen Hühnchens. Der Unterkieferapparat und das Zungenbein sind wieder entfernt. Man sieht die rechte Seite und die obere Fläche.

a. Nasenhöle.

c. Augenhöle.

d. *Processus orbitalis posterior,* von den ersten Seitentheilen des Schädels ausgehend.

e. *Processus temporalis posterior,* nur als Andeutung.

h. Die Grenze, von welcher die noch zum Theil knorplige Gesichtsbasis anfängt.

p. *Os marginale orbitale.*

Fig. 7. Die innere Fläche der Kopf-Visceralhöle eines noch nicht ausgebildeten *Blennius viviparus.* Die linke Wand der Visceralhöle ist durchschnitten. Die vier Kiemenbogen sind aus der zweiten Visceral- oder Kiemenspalte entfernt. Die Gesichtsbasis, der Oberkiefer, die Nasenbeine sowie die Schädeldecke sind noch häutig-fasriger Natur. Die Hartgebilde der Visceralbogen sind noch knorplig; ihre gürtelartigen Belege sind knöchern. Der Kiemenbogenträger knorpelartig. Die Seitenwände des Schädels sind knorplig, die Basis knöchern; desgleichen die oberen Zwischenkiefer und der Lippenknochen.

a. Gegend des Auges.

c. Fünfter uneigentlicher Kiemenbogen.

d. Knöcherne Stücke vom Brustgürtel.

ϱ. Das knorplige aus drei Stücken zusammengesetzte Quadratbein der Fische:

ϱ'. Das obere Stück oder das bisher allein sogenannte Quadratbein,

ϱ''. Das mittlere oder das *Symplecticum Cuv.,*

ϱ'''. Das untere oder das *Jugale Cuv.*

Fig. 8. Die schon knöchernen Kopfgürtel des ersten und zweiten Visceralbogens von demselben jungen *Blennius viviparus.* Aeussere Ansicht.

Fig. 9. Das Kopfskelet eines jüngeren *Esox lucius.* Man sieht vorzüglich die obere Fläche des Schädels und Gesichtes, und die etwas nach aussen abgezogene linke Wand der Kopf-Visceralhöle. Die Scheitel- und Stirn-Schuppen, wie die Schilder auf dem Nasenbeinknorpel sind rechter Seits stehen geblieben. Links sieht man die knöcherne Schuppe des Hinterhauptsbeines übergehend in die übrige knorplige Schädeldecke, und durch letztere in den Nasenbeinknorpel der linken Seite.

a. Scheitel-Schuppe.

c. Stirn-Schuppe.

d. Die Schuppen des Nasenbeinknorpels.

e. *Processus orbitalis anterior*, zum Theil knöchern. Er geht von der vorderen knöchernen Partie (sogenanntes vorderes Stirnbein) des ersten Seitentheiles der Schädelhöle aus.

h. *Processus orbitalis posterior*, knöchern. Er geht von der vorderen knöchernen Partie (sogenanntes hinteres Stirnbein) des oberen Schlussstückes im zweiten Schädelwirbel aus.

p. *Processus temporalis posterior*, knöchern. Er kommt von der hinteren ossifizirten Partie (sogenannte Schuppe des Schläfenbeines) des oberen Schlussstückes im zweiten Schädelwirbel.

q. *Processus mastoideus*, knöchern.

r. *Processus spinosus* der Hinterhauptsschuppe.

g. Knochenwucherung an dem oberen Rande der hinteren Abtheilung des Oberkiefers.

t. Die knorplige Gelenk-Partie der hinteren Abtheilung des Oberkiefers, welche sich mit dem *Processus orbitalis anterior* verbindet.

s. Die knöcherne Stelle des Nasenbeinknorpels, an welche sich der Oberkiefer vorn anlegt.

u. Die hintere ossifizirte Partie des ersten Seitentheiles der Schädelhöle (Cuviers alleiniger vorderer Keilbeinflügel, Hallmanns hinterer Keilbeinflügel).

i. Die Grube für die Muskeln des Brustgürtels.

ϱ', ϱ'', ϱ'''. Die drei Stücke des Quadratbeines der Fische.

Die Fig. 9, 13, 14 dienen zur besonderen Erläuterung des im Theil II. §. 72—75 und §. 121 über die Schädeldecke der Fische Gesagten.

Fig. 10. Die rechte Seiten-Ansicht des Schädels und die mit letzterem unmittelbar zusammenhangenden Gesichtsbestandtheile von *Esox lucius.*

a. Augenhöle.

c. Nasengrube.

d. *Foramen opticum.*

f. *Processus jugularis*, von den Seitentheilen des dritten Schädelwirbels ausgehend.

e, h, p, q, s, wie in Fig. 9.

r. Die Höle des ersten Schädelwirbels, in welcher die Hemisphären mit den *bulbi nervi olfactorii* verlaufen.

σ. Erster Seitentheil des Schädels, zerfallend: in

σ'. Sogenanntes vorderes Stirnbein, hier nur noch wenig verknöchert,

σ''. Sogenannten vorderen Keilbeinflügel (Cuv.).

σ'''. Den von beiden Seiten zusammengeschmolzenen Theil, das *septum interorbitale,* und in

σ''''. Das von Hallmann genannte *Os sphenoideum superius,* welches Cuv. noch zum vorderen Keilbeinflügel rechnete.

o^2. Das obere Schlussstück des zweiten Schädelwirbels, welches, grösstentheils knorplig, an dem äusseren Rande sich erweitert, und, wie es scheint, wegen der Bildung des *Processus orbitalis* und *temporalis posterior* daselbst in zwei Partieen ossifizirt wird:

$o^{2\prime}$. Die vordere Partie, sogenanntes hinteres Stirnbein,

$o^{2\prime\prime}$. Die hintere Partie, sogenannte Schuppe des Schläfenbeines.

Wo $o^{2\prime}$ und $o^{2\prime\prime}$ mit dem respektiven zweiten Seitentheile zusammenkommen, befindet sich bei jüngeren Individuen mehr oder weniger knorplige Zwischen-Masse.

Fig. 11. Die untere Fläche des Kopfskeletes der Fig. 10. Die Bezeichnungen bleiben dieselben.

Fig. 12. Die untere Fläche des Kopfskeletes der Fig. 11 nach Hinwegnahme der Basis des ersten und zweiten Schädelwirbels. Die Bezeichnungen bleiben überall dieselben. Man sieht die Erweiterung der Augenhölen behufs der Augenmuskeln nach hinten über die Basis des zweiten Schädelwirbels in die des dritten hinein.

t. Die horizontalen Fortsätze der zweiten Seitentheile des Schädels, welche das Gehirn vor den Aktionen der Augenmuskeln schützen.

u. Eine flache Rinne im Nasenbeinknorpel, welche zur Befestigung der Basis des Gesichtes und der vorderen Partie des ersten Schädelwirbel-Körpers dient.

Fig. 13. Die Ansicht auf die Oberfläche des Schädels und Gesichtes nach Hinwegnahme des Hautskeletes von *Perca fluviatilis.* Der Oberkiefer ist linkerseits ganz, rechts nur die hintere Abtheilung weggenommen. Die Bezeichnungen im Allgemeinen, wie in den vorigen Figuren. Verschieden sind:

i. Die Grube für mehre Muskeln des Brustgürtels.

u. Die Lücken in der knorpligen Schädeldecke, von der gallert- und fettartigen Masse ausgefüllt.

t. Ein runder Knorpel, welcher lose vor dem Nasenbein-Knorpel gelegen, zur beweglichen Befestigung des Lippenknochens und des oberen Zwischenkiefers dient.

Fig. 14. Die Ansicht auf die Oberfläche des Schädels und Gesichtes vom *Muraena anguilla.* Alles ist knöchern. Rechterseits ist der Oberkiefer und das Quadratbein hinweggenommen. Die Bezeichnungen sind im Allgemeinen wie in den vorigen Figuren. Abweichend finden sich:

i. Durchscheinende, halb verknöcherte Stücke, welche die Stelle des *Processus orbitalis anterior* und *posterior* vertreten, auch um die Nasengruben gelagert sind, und weder mit dem Haut- noch mit dem Wirbelskelet innigen Zusammenhang zeigen.

u. *Ossa marginalia* am Stirn- und Scheitelbeine.

t. Ein *Os marginale,* welches als *Processus temporalis posterior* fungirt.

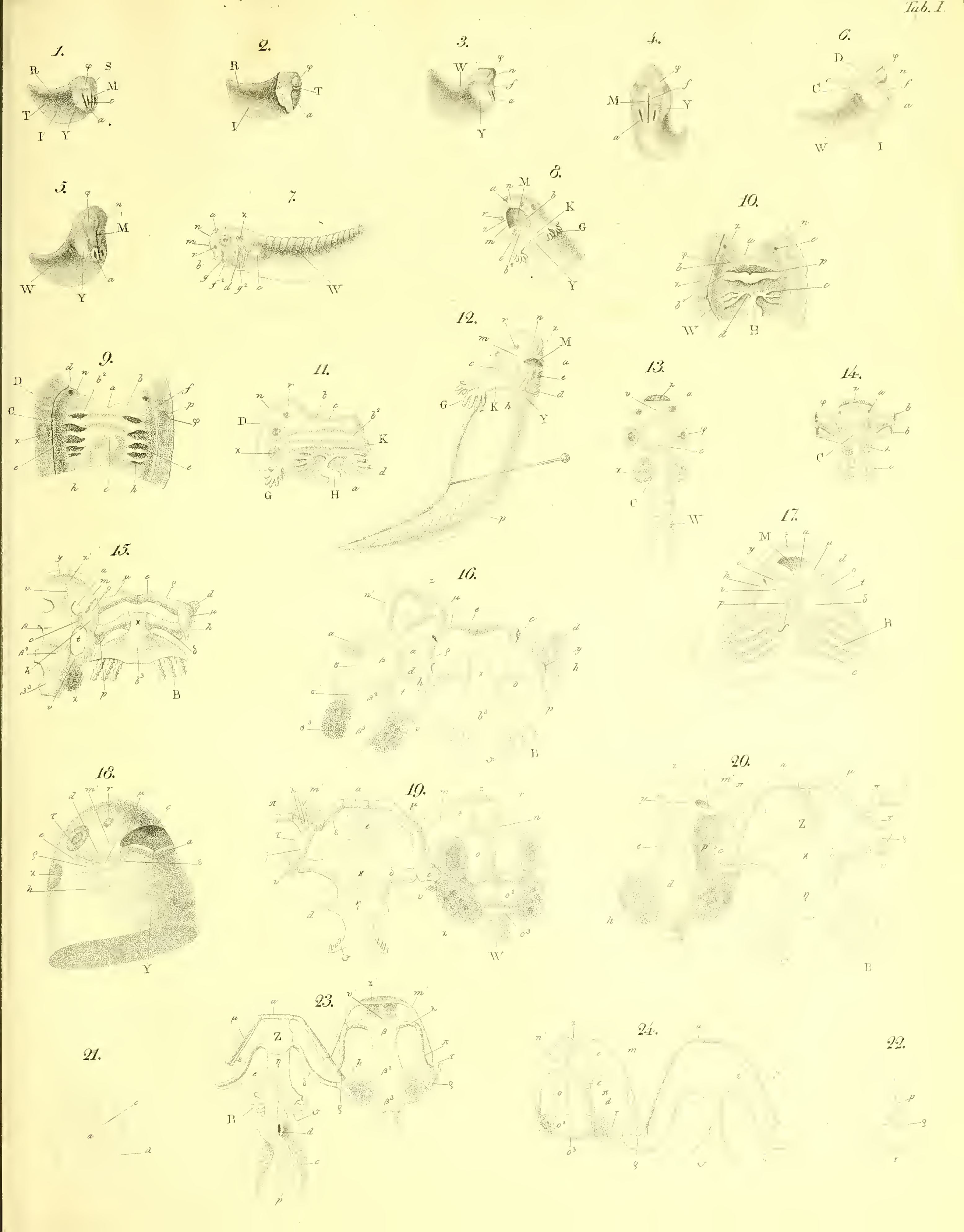
In den Figuren der Steindrucktafel sind die knorpligen Partieen locker punktirt.

Druckfehler und Verbesserungen.

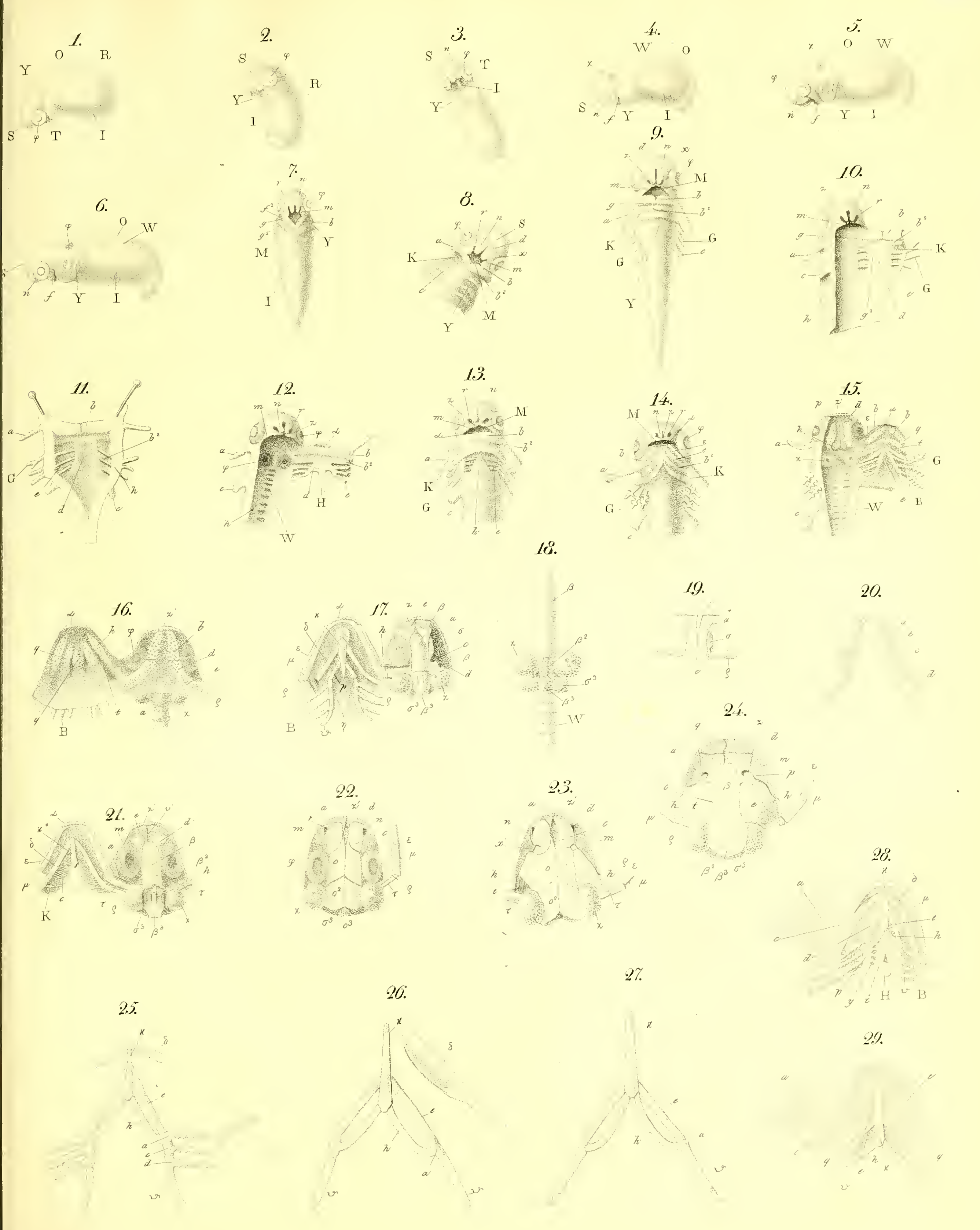
Seite	Zeile		statt	lies
Seite 8	Zeile 2	von oben	statt Viscerslkolben	lies Visceralkolben.
- 9	- 6	von unten	- längst	l. längs.
- 17	- 2	- -	- und vorhanden nur	l. und nur.
- 34	- 9	- -	- knöchernen	l. knöcherne.
- 46	- 10	- -	- *parpyracea*	l. *papyracea*.
- 48	- 6	von oben	statt mit den	l. mit dem.
- 80	- 2	von unten	- Eroschfamilie	l. Froschfamilie.
- 97	- 7 u. 15	von oben	statt Wirbelsystem	l. Wirbelsystems.
- 102	- 13	von oben	statt knorpligen	l. knorpligem.
- 106	- 7	von unten	- seinem	l. ihrem.
- 106	- 6	- -	- seine	l. die.
- 115	- 16	von oben	- *tempore-*	l. *temporo-*.
- 145	- 6	von unten	- seine	l. die.
- 147	- 6	von oben	- seinem	l. dem.
- 181	- 8	von unten	- *pupillaris*	l. *papillaris*.
- 221	- 1	- -	- kann	l. können.
- 223	- 12	- -	- der mittleren	l. den der mittleren.
- 254	- 4	- -	- unmittelbare. Fortsetzung	l. unmittelbare Fortsetzung.
- 269	- 3	- -	- d	l. ϑ.
- 270	- 3	von oben	- a, e, h	l. a, e, h, ϑ.
- 270	- 8	- -	- c, h	l. e, h.
- 270	- 16	von oben	- η	l. q.

In Fig. 9 und 10. Tab. I. bedeutet p die Vereinigungsstelle der beiden oberen Abtheilungen des ersten und zweiten Visceralbogens. —

In Fig. 10. und 11. Tab. I. bedeutet a und c den uneigentlichen, unteren Zwischenkiefer der Froschlarve, und nicht das Herz.


Tab. I.





F. Lehmann sc.



Tab. III.

Fig. 2

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4

Fig. 5.

Fig. 6

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 8.

Fig. 10.

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13.

Fig. 14

Lithogr. Inst. von E. I. Dulkenski.









